



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
INGENIERÍA MECANICA**

**“Diseño de una máquina automatizada empacadora de líquidos en
bolsa para las PYMES”**

AUTORES:

Br. Milena Del Socorro Córdoba López

Br. Raíza Magali Montoya Tercero

TUTOR:

Ing. Mario de Jesús García

Managua, 01 de Octubre de 2016.

INDICE

Introducción	14
Antecedentes	15
Justificación	16
Objetivos	17
Objetivo general.....	17
Objetivos específicos	17
Metodología	18
1 CAPÍTULO I Maquinas empacadoras	21
1.1 Clasificación de las Maquinas Empacadoras.....	21
1.1.1 Empacadoras manuales	21
1.1.2 Empacadoras semiautomáticas	22
1.1.3 Empacadoras automáticas.....	22
1.2 Tipos y características de las máquinas de empaque de líquidos.....	23
1.2.1 Envasadora por nivel.....	23
1.2.2 Envasadora volumétrica.....	24
1.2.3 Envasadora lineal	24
1.2.4 Envasadora por nivel.....	25
1.2.5 Envasadora por volumen	26
1.2.6 Envasadora rotativa	26
1.3 Tipo y características de empaque	27
1.3.1 Materiales de las bolsas o empaques	29
1.3.1.1 Polipropileno cast:	29
1.3.2 Características mecánicas	30
1.3.3 Características térmicas	30
1.3.4 Características aislantes.....	30
1.3.5 Propiedades ópticas.....	30
1.4 Tipo de líquidos a envasar.....	30
1.4.1 Viscosidad	31
1.4.2 Leche para consumo	31

1.4.3	Agua Potable	31
1.4.3.1	Propiedades Físicas Del Agua.....	31
1.4.4	Vinagre	32
2	CAPITULO II Parámetros a tener en cuenta para el diseño de la máquina.	33
2.1	Funciones de la maquina empacadora de agua	33
2.2	Velocidad de producción requerida.....	34
2.3	Tiempos de procesos	34
2.4	Tiempo de funcionamiento diario, semanal, anual	35
2.5	Característica del producto a empacar	36
2.5.1	Característica del agua	36
2.5.2	Propiedades físicas.....	37
2.5.3	Propiedades químicas	37
2.5.4	Características químicas que tienen reconocido adverso en la salud humana.	38
2.6	Tipo de presentación final de la bolsa	39
2.6.1	Descripción general del módulo de empaque	39
2.7	Parámetros funcionales	40
2.7.1	Vida útil	40
2.7.2	Costo del equipo	40
2.7.3	Materiales	40
2.8	Características del diseño	40
2.9	Parámetros iniciales para el diseño:	41
3	CAPÍTULO III Diseño del circuito electroneumático	42
3.1	Calculo de los parámetros para la selección de actuadores neumáticos.	44
3.2	Calculo de la fuerza necesaria de los actuadores neumáticos.	46
3.3	Cálculo de aire requerido para los actuadores neumáticos.	50
3.4	Selección del diámetro de la tubería neumática.	51
3.5	Determinación del diámetro de la tubería según monograma.	53
3.6	Normalización del diámetro.....	56
3.7	Cálculo de las pérdidas de carga.....	57
3.8	Calculo de parámetros para la selección del compresor.....	57
3.8.1	Caudal que ha de proporcionar el compresor.	58
3.8.2	Coeficientes de corrección del consumo.	58

3.8.3	Coeficiente de uso (CU).....	58
3.8.4	Coeficiente de simultaneidad (CS)	60
3.8.5	Coeficiente de mayoración para futuras ampliaciones (CMA).	61
3.8.6	Coeficiente de mayoración por fugas (CMF).	61
3.8.7	Coeficiente debido al ciclo de funcionamiento del compresor (C_{cc})	61
3.9	Válvulas y elementos de trabajo	64
3.9.1	Tipos de válvulas	64
3.9.2	Características de las válvulas distribuidoras.....	64
3.9.3	Tipos de válvulas Distribuidoras.....	65
3.9.3.1	Válvulas de 2/2 vías.....	65
3.9.3.2	Válvula 3/2	65
3.9.3.3	Válvulas 4/2.....	66
3.9.3.4	Válvulas 5/2.....	67
3.9.3.5	Válvulas 5/3.....	67
3.9.4	Válvulas de Bloqueo.....	68
3.9.4.1	Válvula de anti retorno.	68
3.9.4.2	Válvula de Escape rápido.	69
3.9.4.3	Válvula OR	69
3.9.4.4	Válvula AND (Y).	70
3.9.5	Válvulas reguladoras de presión	70
3.9.5.1	Válvulas de seguridad	71
3.9.5.2	Válvula de contra presión	72
3.9.5.3	Válvula de freno	72
3.9.5.4	Conectoras y des conectoras (válvulas de secuencia)	72
3.9.6	Válvula reguladora de caudal con anti retorno incorporado (válvula combinada).	72
3.10	Estructura del sistema de control neumático.....	73
3.10.1	Los elementos que compone este circuito son:	74
3.10.2	Funcionamiento:	74
3.11	Diseño de circuitos eléctricos	74
3.11.1	Sistema eléctrico	74
3.11.2	Circuito eléctrico de maquina empacadora.....	75
3.11.3	Descripción del diagrama eléctrico.....	76

3.11.4	Sensor de nivel	76
3.11.5	Criterios para la selección de sensores de nivel	76
3.11.5.1	Flotador	77
3.11.5.2	Control.....	78
3.11.5.3	Sensor de proximidad	79
3.11.5.4	Sensores Fotoeléctricos	79
3.11.5.5	Control electroválvula de líquido	80
3.11.6	Motor eléctrico	81
3.11.7	Selección del motor	82
3.11.8	Parámetros de selección	82
3.11.8.1	Torque	82
3.11.8.2	Determinación del torque del Motor.....	83
3.11.9	Calculo del peso de la película de plástico.....	83
3.11.10	Diseño del panel general.....	88
3.11.11	Diseño tablero de control de la maquina empacadora.	89
4	CAPITULO IV Diseño Mecanico	93
5	Diseño mecánico de la máquina empacadora.....	93
5.1.1	Diseño Mecánico.....	93
5.1.2	Propiedades Físicas del Acero.....	93
5.1.3	Propiedades Mecánicas	94
5.1.4	Acero Inoxidable alimenticio 316.....	94
5.1.5	Propiedades Eléctricas	94
5.1.6	Propiedades Físicas	94
5.1.7	Propiedades Mecánicas	94
5.1.8	Calculo de la fuerza de sellado.....	96
5.1.9	Selección de la bomba	98
5.1.10	Calculo del caudal	100
5.1.11	Calculo de potencia del motor para la bomba.....	101
5.2	Diseño estructural del banco de la maquina	102
5.2.1	Carga aplicada, las unidades se convirtieron al sistema ingles.....	104
5.2.1.1	Calculo de Momento y cortante máximos.....	105
5.2.1.2	Diagramas de cortante, Momentos y deflexión.	106

5.2.1.3	Determinación del módulo de sección.	106
5.2.1.4	selección del perfil	108
5.3	Diseños de los tanque de abastecimiento	110
5.3.1	Selección del tanque de abastecimiento	110
5.3.2	Tanque de alimentación principal.....	111
5.3.3	Procedimiento de cálculo	111
5.3.3.1	Volumen del tanque.....	112
5.3.4	Conexiones y elementos específicos del tanque.	113
6	CAPITULO V Lógica de control del proceso.	114
6.1	Automatización	114
6.1.1	Automatización industrial	114
6.2	Automatización en la industria alimenticia	116
6.2.1	Objetivos de la Automatización	116
6.2.2	Elementos de una instalación automatizada.....	117
6.2.3	Controlador lógico programable (PLC).....	117
6.2.4	Estructura física.....	118
6.2.4.1	Estructura modular	118
6.2.4.2	Estructura del PLC	118
6.2.5	Ventajas de las automatización al utilizar un PLC.....	119
6.2.6	Logo.....	119
6.2.6.1	Funcionamiento	119
6.2.6.2	Ventajas.....	120
6.2.7	Lenguaje LADDER	121
6.2.7.1	Construcción del lenguaje LADDER de maquina empacadora.....	122
6.2.7.2	Descripción del proceso	126
7	CAPITULO VI Costos de construcción	127
8	CAPITULO VII Planos de la maquina empacadora	133
9	CONCLUSIONES.....	146
10	BIBLIOGRAFIA.....	147

Lista de figuras

FIGURA 1. EMPACADORA MANUAL	22
FIGURA 2. EMPACADORA SEMIAUTOMÁTICA	22
FIGURA 3. EMPACADORA AUTOMÁTICA	23
FIGURA 4. ENVASADORA POR NIVEL	24
FIGURA 5. ENVASADORA VOLUMÉTRICA.....	24
FIGURA 6. ENVASADORA POR NIVEL LINEAL	25
FIGURA 7. ENVASADORA POR VOLUMEN LINEAL	26
FIGURA 8. ENVASADORA ROTATIVA	27
FIGURA 9. BOCETO DE BOLSITA	39
FIGURA 10. CILINDRO DE DOBLE EFECTO	43
FIGURA 11. CILINDRO NEUMÁTICO DE SIMPLE EFECTO	44
FIGURA 12. MONOGRAMA DE DIÁMETRO DE TUBERÍAS DEFINITIVO.....	55
FIGURA.13 COMPRESOR DE CATÁLOGO CEVIK.	63
FIGURA 14. VÁLVULA 2/2 NORMALMENTE ABIERTA.....	65
FIGURA 15. VÁLVULA DISTRIBUIDORA 3/2 NEUMÁTICA	66
FIGURA 16. VÁLVULA DISTRIBUIDORA 4/2 HIDRÁULICA	67
FIGURA 17. VÁLVULA DISTRIBUIDORA 5/2 NEUMÁTICA	67
FIGURA 18. ELECTROVÁLVULA DISTRIBUIDORA 5/3 NEUMÁTICO CENTRO CERRADO.	67
FIGURA 19. VÁLVULA DE ANTI RETORNO.....	68

FIGURA 20. VÁLVULA DE ESCAPE RÁPIDO.....	69
FIGURA 21. VÁLVULA OR.	70
FIGURA 22. VÁLVULA AND.	70
FIGURA 23. VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN.....	71
FIGURA 24. VÁLVULA DE SEGURIDAD.	71
FIGURA 25. VÁLVULA REGULADORA DE CAUDAL CON ANTI RETORNO.	73
FIGURA 26. DIAGRAMA DE CONTROL.	73
FIGURA 27. CIRCUITO ELÉCTRICO DE MAQUINA EMPACADORA	75
FIGURA 28. CIRCUITO DE CONTROL PARA SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.....	78
FIGURA 29. SENSOR FOTOELÉCTRICO	80
FIGURA 30. CONTROL DE ELECTRO VÁLVULA DE LIQUIDO	81
FIGURA 31. PARTES DEL MOTOR	81
FIGURA 32. MOTOR REDUCTOR.....	83
FIGURA 33 .MOTOR REDUCTOR DE 1/4HP CON SALIDA DE 60RPM Y FLECHA DE SALIDA.....	87
FIGURA 34. PLACA CARACTERÍSTICA DEL MOTOR WEG	87
FIGURA 35. TABLERO DE LA MAQUINA EMPACADORA	88
FIGURA 36. CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE LOGO.....	90
FIGURA 37. DIMENSIONES DE SELLADORES UTILIZADOS	97
FIGURA 38. BOMBA SELECCIONADA	102
FIGURA 40. DIAGRAMAS DE MOMENTO Y CORTANTE SAP2000	106
FIGURA 40 TANQUE DE ABASTECIMIENTO	110
FIGURA 41 TANQUE DE DISEÑO	111
FIGURA 42. ELEMENTOS QUE COMPONEN AL TANQUE.....	113
FIGURA 43. ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO.....	115

FIGURA 44. LOGO	119
FIGURA 45. LOGO SIEMENS	120
FIGURA A	122
FIGURA. B	123
FIGURA C	123
FIGURA D.	124
FIGURA E.	124
FIGURA. F	125
FIGURA. G	125

Lista de Tablas

TABLA 1.DISEÑO METODOLÓGICO	20
TABLA 2. PROPIEDADES DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	30
TABLA 3. PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGUA.....	37
TABLA 4. ELEMENTOS Y COMPUESTOS PELIGROSOS PARA LA SALUD HUMANA.....	38
TABLA 5 CATALOGO PARKER P1A CILINDRO.....	49
TABLA 6 . ACTUADORES NEUMÁTICOS	50
TABLA 7. DATOS REQUERIDOS PARA DISEÑO NEUMÁTICO.....	53
TABLA 8 LONGITUDES EQUIVALENTES DE LOS ACCESORIOS	53
TABLA 9 RESUMEN DE DATOS DE LONGITUD EQUIVALENTE	54
TABLA 10 DIÁMETROS DE TUBERÍA NORMALIZADOS.....	56
TABLA 11 COEFICIENTE DE USO DE EQUIPOS NEUMÁTICOS	59
TABLA 12. COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD SEGÚN EL NUMERO DE EQUIPOS	60
TABLA 13 CAUDAL A SUMINISTRAR POR COMPRESOR	62

TABLA 14 PARÁMETROS DE CÁLCULO DEL MOTOR ELÉCTRICO	86
TABLA 15 DIAGRAMA DE TABLERO DE CONTROL DE LA MÁQUINA.	90
TABLA 16 ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL BANCO ESTRUCTURAL.....	103
TABLA 17. PERFILES HSS MANUAL AISC 360-10.....	108
TABLA 18 DATOS REFERENTES AL PERFIL HSS	109
TABLA 19 COSTOS DE COMPONENTES NEUMÁTICOS	128
TABLA 20. COSTOS DE COMPONENTES ELÉCTRICOS	129
TABLA 21. COSTOS DE COMPONENTES MECÁNICOS	130
TABLA 22. COSTOS DE MECANIZADO, EMBALAJE Y MATERIALES INDIRECTOS	131
TABLA 23. COSTO TOTAL	132

DEDICATORIA

De todo corazón y con mucha gratitud dedico este trabajo:

A mi DIOS, por cuidar de nosotras todos los días de nuestra vida.

A los familiares que compartimos y nos apoyaron de diferentes maneras estos cinco años de carrera.

AGRADECIMIENTO

A Dios Nuestro Señor, por darnos la vida, sabiduría y la voluntad de seguir siempre adelante, tendiéndonos su mano.

A nuestros maestros, padres y familiares, por inculcarnos buenos valores, habernos guiado cuando lo necesitamos, cuidarnos con amor, paciencia y dedicación;

A nuestros compañeros, por haber compartido con nosotros toda nuestra formación universitaria en un ambiente de respeto y amistad.

Introducción

En la actualidad las máquinas empacadoras han evolucionado enormemente en la industria, tanto en su construcción y funcionalidad como en su capacidad de producción, también se lleva a cabo las constantes innovaciones, debido al mercado cambiante y las necesidades del mismo; las empresas deben ser más competitivas, más productivas, tener mejores estándares de calidad, para no perder clientes y asegurar un desarrollo sostenible.

Debido a que las empresas en nuestro país están comenzando a desarrollar la automatización y mejoramiento de sus procesos, a todos los niveles. Se hace necesario desarrollar máquinas y dispositivos que mejoren los procesos industriales y generen productos más homogéneos, en un menor tiempo y a un costo más bajo.

La población nicaragüense presenta un alto consumo de productos alimenticios líquidos en bolsas de polietileno que son accesibles a la economía del país. Por esa razón se han diseñado máquinas automatizadas para satisfacer la demanda que se presenta. Actualmente existen una gran cantidad de máquinas con diferentes fines que ayudan al hombre a desarrollar el proceso de empaquetado de cualquier producto alimenticio de manera eficaz y precisa.

El presente proyecto se basa en los procesos que se realizan en la fabricación de una máquina empaquetadora de líquidos. Considerando los aspectos técnicos requeridos para este proceso.

Antecedentes

Se retomó la idea de diseñar dicha máquina para el desarrollo de las pequeñas y medianas empresas industriales para el subdesarrollo económico de cada empresario.

Buscando información basado en dicho tema, no se obtuvo ningún tipo de documentación en diferentes bibliotecas nacionales del país, habiendo obtenido solo pequeñas recopilación en internet, en un tema poco inferior basado en un manual de dosificadoras.

De acuerdo a la información recopilada no existen estudios ni diseños de equipos automatizados para una maquina envasadora de líquidos de baja viscosidad, la cual ha motivado a la elaboración de dicho trabajo monográfico.

Justificación

La máquina automatizada para empackado de líquidos en bolsa que se pretende diseñar, requiere un perfecto desarrollo y aplicación de los conocimientos concurrente de ingeniería que garantizan un desarrollo exitoso en todos sus campos aplicativos y de acción. Este proyecto no solo será una simple maquina empaquetadora de líquidos, sino que también será una herramienta de generación de conocimiento para las demás personas.

En las pequeñas empresas que se encargan de procesar los líquidos, los procesos que se llevan a cabo son a nivel artesanal; debido a los altos costos que les representa una alternativa de producción automática, por ende, los procesos son lentos, la productividad es baja y de mala calidad, no se está al nivel de competir con otros productores y las ganancias para la empresa se reducen.

Al hacer una manipulación manual del material, se corre el riesgo de contaminación biológica o de agregar impurezas al producto, con lo cual su calidad baja y pone en riesgo su registro sanitario. Además, al ser una manipulación manual, se hace una dosificación muy lenta. Lo que hace que la empresa pierda dinero.

Debido a esto, se ha propuesto desarrollar un diseño de máquina empaquetadora de líquidos. La cual va a brindar seguridad en la cantidad dosificada de material, en un tiempo corto y evitando una manipulación manual, para así reducir el riesgo de introducir impurezas al mismo.

Objetivos

Objetivo general

- Diseñar una maquina automatizada para el empacado de líquidos.

Objetivos específicos

- Identificar los diferentes parámetros a tener en cuenta para el diseño de la máquina.
- Diseñar los circuitos neumáticos y eléctricos de la máquina.
- Elaborar el diseño mecánico de la máquina empacadora.
- Presentar la lógica de control del proceso.
- Evaluar los costos de construcción.
- Desarrollar planos de la empacadora automática.

Metodología

El diseño metodológico son los pasos a seguir para generar una información que el proyecto requiere. Es una relación clara y concisa de cada una de las etapas de la intervención.

1. Búsqueda y recopilación de la información:

Se recurre a fuentes externas especializadas en el tema del empaque y su influencia en el mercado.

2. Selección de la información a utilizar:

Se selecciona la información más acorde al tema a desarrollar en la tesis

3. Definir el tipo de investigación:

Se define que el tipo de investigación es mixta, ya que, se tomaran en cuenta los datos cualitativos y cuantitativos de la información investigada.

4. Alcance de la investigación:

Si hemos decidido, una vez hecha la revisión de la literatura, que nuestra investigación vale la pena y debemos realizarla, el siguiente paso consiste en visualizar el alcance que tendrá. Esta reflexión es importante, pues del alcance del estudio depende la estrategia de investigación.

5. Identificar los diferentes empaques del mercado de proveedores:

Se investigan los diferentes tipos de empaques existentes en el mercado y su aplicación de cada uno de ellos.

6. Identificar las presentaciones (volumen) que requieren los productores:

Se identifican las diferentes capacidades volumétricas de los empaques.

7. Selección del empaque de los productos:

Se usarán polietileno de baja viscosidad

8. Identificar los diferentes tipos de máquinas empaquetadoras del mercado.

9. Selección del tipo de máquina empaquetadora que más se adecua a las necesidades de los pequeños productores:

Una vez identificado los diferentes tipos de máquinas empaquetadoras, estas se estudian, selecciono una Máquina vertical, donde se da forma de tubo en una sección circular sobre un cuello formador.

10. Se realiza el diseño mecánico del concepto elegido, generando la geometría de cada pieza y sus análisis estructurales:

Se selecciona el tipo de prototipos a realizar en este proyecto, definiendo si serán físicos, analíticos, parciales o completos, generando la geometría de cada pieza y sus análisis estructurales.

11. Se realizara la definición del sistema de mando del equipo:

Se realiza la estrategia de control que gobernará todo el sistema y entregará información de las variables del proceso.

12. Se estima el costo del diseño de la máquina.

Se hace una estimación del costo del proyecto, determinando así su rentabilidad para los pequeños productores.

Se identifican las diferentes capacidades volumétricas de los empaques.

ESQUEMA GENERAL DEL DISEÑO METODOLOGICO				
Objetivo general	Diseño de una maquina Automatizada Empacadora de Líquidos en Bolsas para las pymes			
Preguntas	Objetivos	Categorías	Variables	Instrumentos
¿Qué aspectos se deben tomar en cuenta al diseñar la máquina empacadora?	Definir los parámetros de diseño	Selección documental	Tipos de alimentos a empacar, tipo de maquina empacadora	Investigación documental
Según el tipo de maquina empacadora ¿Cómo debe ser el diseño, eléctrico y neumático?	Diseñar los circuitos neumático y eléctrico	Diseño	Tipo de alimento a empacar. Volumen del empaque.	Investigación documental
Según el tipo de maquina ¿cómo debe ser el diseño mecánico?	Elaborar el diseño mecánico	diseño	Tipo de alimento a empacar volumen del empaque	Investigación documental
¿Cuál es el sistema de mando para la automatización de la maquina?	Presentar la lógica de control del proceso.	Diseño	Tipo de alimento a empacar, volumen del empaque	Investigación documental
¿Cuál es el costo del diseño de la maquina?	Evaluar los costos de construcción.	Económico	Material de construcción de la maquina	Investigación documental
¿Cómo será la maquina empacadora diseñada	Mostrar los planos constructivos	Presentación	Dimensionamiento de los componentes que constituyen la máquina.	planos

Tabla 1.Diseño metodológico

CAPÍTULO I Maquinas empacadoras

Se conoce como maquinaria empacadora a las líneas de producción destinadas a la introducción del producto dentro de su envase y a la introducción de los envases en sus embalajes.

A la hora de seleccionar la maquinaria es fundamental tener en cuenta tanto el producto que se desea envasar como las necesidades de producción. Según el primer punto, se escogerá un tipo de equipamiento u otro y según el segundo, el nivel de automatización y la velocidad de la línea.

Para la selección de la maquinaria deben tenerse en cuenta también los siguientes puntos: capacidades técnicas, necesidades de personal, seguridad laboral, mantenimiento, nivel de servicio, fiabilidad, confiabilidad, capacidad de integrarse dentro de la línea de producción, coste del equipo, espacio requerido, flexibilidad, consumo de energía, calidad de los embalajes producidos, certificaciones (para alimentos), eficiencia, productividad, ergonomía, retorno de la inversión, etc.

Ampliamente utilizadas para el envasado de diversos productos tales como: Agua, Leche, leche, zumo de frutas, salsas, vinagre.

En la actualidad existen empacadoras de tipo manual, semiautomático y automático, siendo esta última la que mayores prestaciones presenta en el mercado, dado que cuentan con funciones incorporadas que facilitan su operatividad y mantenimiento

1.1 Clasificación de las Maquinas Empacadoras

1.1.1 Empacadoras manuales

Son de las primeras utilizadas en las líneas de producción, cuya eficiencia estaba directamente relacionada con el trabajo y desenvolvimiento del operario, por tanto, no satisfacía las exigencias del mercado en el que se competía.



Figura 1. Empacadora manual

1.1.2 Empacadoras semiautomáticas

Pequeñas y medianas empresas han adoptado un mecanismo de empaquetamiento en el cual interviene el trabajo humano en cooperación con el funcionamiento electromecánico de la empacadora, tratando de obtener una línea de producción efectiva y barata.



Figura 2. Empacadora semiautomática

1.1.3 Empacadoras automáticas

Combinan sistemas mecánicos, neumáticos, eléctricos y electrónicos gobernados por un sistema de control lógico programable para la producción elevada del empaquetamiento.

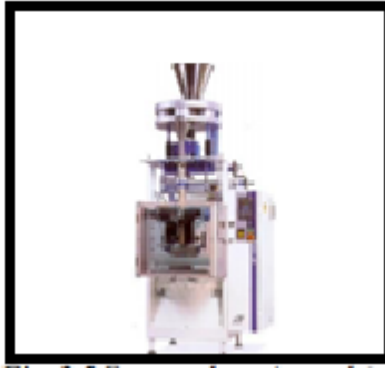


Figura 3. Empacadora automática

1.2 Tipos y características de las máquinas de empaqueo de líquidos

En este tipo de máquinas se pueden destacar dos modelos dependiendo del método con el cual se realiza el empaquetado y el producto a envasar.

- Envasadora por nivel
- Envasadora volumétrica

1.2.1 Envasadora por nivel

En la parte inferior posee una pequeña bomba la cual presuriza las mangueras con líquido para que el momento de abrirse las válvulas realice un llenado rápido. El número de válvulas utilizadas depende de la cantidad de bolsas por hora que se desea envasar

Los principales productos que se pueden envasar con este tipo son:

Agua, jugos y bebidas, salsas líquidas.



Figura 4. Envasadora por nivel

1.2.2 Envasadora volumétrica

El diseño de este tipo de máquinas está enfocado para pequeñas producciones de líquidos de baja, mediana o alta viscosidad que no sean espumosos.

El principio fundamental del funcionamiento está basado en un pistón volumétrico de carrera controlada, el cual succiona el reservorio una cantidad determinada de producto y lo inyecta al envase midiendo la cantidad del producto dosificado.

Los principales productos que se pueden envasar con este tipo son: Jarabes, salsas, licores, miel, Yogurt, aceites comestibles y minerales



Figura 5. Envasadora volumétrica.

Como desventajas de este tipo de máquinas se tiene que la producción va a estar limitada por el tiempo que se demore en la evacuación del producto que se alojara en la cámara de alimentación.

1.2.3 Envasadora lineal

Estas máquinas logran velocidades de producción moderadas, son sumamente prácticas ya que no requieren de piezas o accesorios para realizar cambios de formatos de

presentación, operar de forma automática, brindando un proceso eficiente y confiable. Son utilizadas en plantas empaquetadoras de mediana producción. Se las puede clasificar dependiendo del método que se va a utilizar en el envasado, a continuación, se detallan los métodos:

- Envasado por nivel
- Envasado por volumen
- Envasadora rotativa

1.2.4 Envasadora por nivel

El diseño de máquinas lineales está basado en un sistema de boquillas que penetran y sellan el envase. La espuma generada al envasar y el exceso de producto es re circulado al reservorio, logrando con esto un nivel del producto constante en los envases. De esta manera, se puede conseguir un llenado rápido y sin derrames.



Figura 6. Envasadora por nivel lineal

1.2.5 Envasadora por volumen

Como parte de estas máquinas se tiene un pistón volumétrico de carrera controlada, el cual succiona de un reservorio una cantidad determinada de producto y la dosifica a precámaras las cuales están diseñadas con la medida exacta con la cual se va a envasar cada recipiente, se pueden envasar productos de media viscosidad.



Figura 7. Envasadora por volumen lineal

1.2.6 Envasadora rotativa

Los equipos de envasado rotativo, están enfocados en grandes lotes de producción, y pueden alcanzar grandes velocidades.

Se han desarrollado diferentes tecnologías para el envasado de productos de acuerdo a su naturaleza y características particulares:

La característica del producto:

Envasado de productos líquidos de baja viscosidad



Figura 8. Envasadora rotativa

1.3 Tipo y características de empaque

Envase: es todo recipiente o soporte que contiene o guarda un producto, protege la mercancía, facilita su transporte, ayuda a distinguirla de otros artículos y presenta el producto para su venta. Es cualquier recipiente, lata, caja o envoltura propia para contener alguna materia o artículo.

Una de las principales funciones del envase es la de conservar el producto. En este sentido, las características de un buen envase son las siguientes:

- Posibilidad de contener el producto
- Permitir su identificación
- Capacidad de proteger el producto
- Adecuado a las necesidades del consumidor en términos de tamaño, ergonomía, calidad, etc.
- Ajuste a las unidades de carga y distribución del producto
- Fácil adaptación a las líneas de fabricación y envasado del producto, y en particular a las líneas de envasado automático
- Cumplimiento de las legislaciones vigentes
- Precio adecuado a la oferta comercial que se quiere hacer del producto
- Resistente a las manipulaciones, transporte y distribución comercial

La materia prima que se realiza para fabricar los envases para el llenado de las bolsas de agua es llamada polietileno que es un plástico inerte desde el punto de vista químico y es utilizado para realizar bolsas, empaques entre otras.

Fundamentalmente podemos decir que existen dos grandes tipos de polietileno: el de alta densidad y el de baja densidad.

El primero se caracteriza por ser termoplástico, recibe el nombre de HDPE y básicamente se emplea para llevar a cabo la creación de envases plásticos desechables. Entre sus principales señas de identidad se encuentran las siguientes:

- Es sólido e incoloro.
- Es muy resistente a los golpes y a distintas situaciones químicas y térmicas.
- También cuenta con una gran ligereza.
- Tiene una gran rigidez.
- Es muy flexible al mismo tiempo.

Por otro lado, nos encontramos con el llamado polietileno de baja densidad, que es aquel que también se da en llamar LDPE y que tiene la particularidad de que se puede reciclar. Además de todo lo expuesto, hay que reseñar estas otras señas de identidad

- Puede llegar a ser de color transparente.
- Es muy flexible.
- Es muy resistente a los impactos.
- Se puede procesar de manera sencilla.
- Se usa para darle forma a un sinfín de objetos, tales como juguetes, botellas, enseres de menaje como cubiertos o vasos.

Envasado: es el procedimiento por el cual una mercancía se envasa o empaqueta para su transporte y venta. Comprende tanto la producción del envase como la envoltura para un producto, hasta el color del envase.

Empaque: incluye las actividades de diseñar y producir el recipiente o la envoltura para un producto. Su objetivo primordial es el de proteger el producto, el envase o ambos y ser promotor del artículo dentro del canal de distribución.

Embalaje: son todos los materiales, procedimientos y métodos que sirven para acondicionar, presentar, manipular, almacenar, conservar y transportar una mercancía. El embalaje debe satisfacer tres requisitos: ser resistente, proteger y conservar el producto (impermeabilidad, higiene, adherencia, etc.), y demostrarlo para promover las

ventas. Además, debe informar sobre sus condiciones de manejo, requisitos legales, composición, ingredientes, etc.

1.3.1 Materiales de las bolsas o empaques

Polietilenos co-extruídos: El proceso de co-extrusión de polímeros es uno de los más importantes en el sector industrial para obtener un mejor coste/beneficio en variedad de aplicaciones. Se utiliza cuando el perfil de exigencias que debe cumplir el semielaborado no puede ser reunido por un único material, o bien cuando se quiere ahorrar empleando un material barato para rellenar el interior de un semielaborado cuyas capas exteriores deben tener altas prestaciones.

Se trata de una técnica de extrusión con la que es posible “unir” dos o más materiales plásticos con características diferentes en una configuración determinada.

1.3.1.1 Polipropileno cast:

El Polipropileno Cast o mono-orientado (orientado en una sola dirección), proporciona excelentes características mecánicas de resistencia al punzonamiento, textura brillante y facilita el proceso de sellado.

Características

- Alta brillo
- Buena transparencia
- No toxico

Polietileno de baja densidad

Es químicamente el polímero más simple. Se representa con su unidad repetitiva $\{\text{CH}_2\text{-CH}_2\}_n$. Es uno de los plásticos más comunes debido a su bajo precio y simplicidad en su fabricación.

Propiedades del polietileno

Propiedades	De media presión
Dureza (shore DA)	70
Densidad Kg/m ³	960
Temperatura de ablandamiento °C	130

Tabla 2. Propiedades del polietileno de baja densidad

1.3.2 Características mecánicas

Las cadenas moleculares son desplazables entre sí, con mayor, facilidad cuando más elevada sea la temperatura. Para ello, solo se necesita una pequeña fuerza para que produzca el desplazamiento con rapidez. Sin embargo, cuanto menor sea la temperatura, o bien, cuando más congelado este el plástico, mayor es la fuerza que ocasione un desplazamiento determinado.

1.3.3 Características térmicas

El comportamiento de los plásticos al calor, no se basa exclusivamente en las propiedades físicas como la dilatación y la conductividad térmica. Si no también, a la disminución de la resistencia durante el calentamiento en los puntos de fusión y temperatura de elaboración.

1.3.4 Características aislantes

Uno de los campos de aplicación de los plásticos es ser elementos aislantes, teniendo una gran importancia, debido a sus propiedades.

1.3.5 Propiedades ópticas

Una parte de las resinas sintéticas son transparentes como el vidrio, presentando una coloración en pequeño grado.

1.4 Tipo de líquidos a envasar

- Agua
- Leche
- Vinagre.

Las empaquetadoras en la industria alimentaria son de gran importancia debido a que el envase tiene que proteger al producto, ser compatible con este, que no produzca daños y no produzca alteraciones al producto, también que esté exento de sustancias contaminantes, no ceder nada al producto (ni sabor, ni olor, ni sustancias tóxicas, y debe ser lo más reciclable posible para proteger el medio ambiente.

1.4.1 Viscosidad

La viscosidad es una característica de los fluidos en movimiento, que muestra una tendencia de oposición hacia su flujo ante la aplicación de una fuerza. Cuanta más resistencia oponen los líquidos a fluir, más viscosidad poseen. Los líquidos, a diferencia de los sólidos, se caracterizan por fluir, lo que significa que, al ser sometidos a una fuerza, sus moléculas se desplazan, tanto más rápidamente como sea el tamaño de sus moléculas. Si son más grandes, lo harán más.

1.4.2 Leche para consumo

Se entiende como leche al producto integral del ordeño total e ininterrumpido, en condiciones de higiene que da la vaca lechera en buen estado de salud y alimentación.

viscosidad: La leche es más viscosa que el agua; esto es debido a la grasa en emulsión y a las proteínas de la coloidal de la leche completa a 22°C es de 2.2 y el de la leche descremada de 1.2 cent poises. A esa misma temperatura.

1.4.3 Agua Potable

Se denomina agua potable o agua para el consumo del ser humano, al agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales.

1.4.3.1 Propiedades Físicas Del Agua

- 1) Estado físico: sólida, líquida y gaseosa
- 2) Color: incolora
- 3) Sabor: insípida
- 4) Olor: inodoro
- 5) Densidad: 1 g. /c.c. a 4°C
- 6) Punto de congelación: 0°C
- 7) Punto de ebullición: 100°C
- 8) Presión crítica: 217,5 atm.
- 9) Temperatura crítica: 374°C

1.4.4 Vinagre

El **vinagre** es un líquido miscible en agua, con sabor agrio, que proviene de la fermentación acética del alcohol, como la de vino y manzana (mediante las bacterias *Mycodermaaceti*). El vinagre contiene una concentración que va del 3% al 5% de ácido acético en agua.

CAPITULO II Parámetros a tener en cuenta para el diseño de la máquina.

Al comienzo del proceso de diseño y selección de los parámetros requerido de la máquina, se debe considerar que el tipo de producto a empacar, el envase y la maquina son parte de un sistema integrado. De esta forma se definen los parámetros iniciales de diseño en torno a los cuales se centrará todo el desarrollo del proyecto. Dichos parámetros constituyen la parte más importante del diseño, por lo cual no solo se deben definir claramente desde el principio, sino que se deben tener presentes durante todo el proceso.

Para desarrollar una máquina de las características ya mencionadas, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos.

1. Las funciones que va a realizar.
2. Velocidad de producción requerida.
3. Tiempo de funcionamiento diario, semanal y anual.
4. Características del producto a empacar.
5. Tipo de presentación final de la bolsa.

A continuación, se desarrollan los aspectos a tener en cuenta en la selección de los parámetros.

1.5 Funciones de la maquina empacadora de agua

La máquina posee un sistema de funcionamiento sencillo, el cual cuenta con cuatro procesos de funcionamiento, los cuales serán.

1. Jalar el plástico
2. Llenado del liquido
3. Sellar el polietileno de baja densidad
4. Corte del polietileno de baja densidad

Considerando estos cuatro procesos se procede a diseñar el sistema neumático y eléctrico que se considera en los siguientes capítulos con más detalle.

1.6 Velocidad de producción requerida

El tiempo estimado para cada proceso será proporcional al tipo de líquido a envasar y el tipo de plástico a empacar.

La velocidad de sellado fue calculada de manera experimental, mediante el uso de un tanque de las mismas características del tanque diseñado para el prototipo, tiene las siguientes especificaciones

$$\text{Volumen}_{\text{total}} = 12670.3737 \text{Pulgadas}^3$$

$$\text{Área}_{\text{dosificador}} = 1 \text{pulg}$$

$$\text{Longitud}_{\text{dosificador}} = 1.3 \text{m}$$

Bolsa de 500 ml

Anchode la bolsa: 14.2 cm

Largo de la bolsa: 15.5cm

Con los siguientes datos se procede a calcular de manera experimental la velocidad de llenado de la bolsa, se simulo la válvula que se encargara de obstruir la salida de líquido con una tapa con un tiempo de 2s el cual se diseñó con este tiempo requerido

1.7 Tiempos de procesos

- Jalar el plástico = 0.5s
- velocidad de llenado = $1.5 \frac{m}{s}$
- Sellar el polietileno de baja densidad = 1.5s
- Corte del polietileno de baja densidad = 0.5s

Los tiempos de los otros procesos fueron obtenidos por industrias que poseen maquinas empacadoras similares.

Tiempo de producción requerida = $0.5 + 1.5 + 1.5 + 0.5 = 4s$

Se obtiene una bolsa de 500 ml en un tiempo de 4s

1.8 Tiempo de funcionamiento diario, semanal, anual

El diseño de la maquina empacadora no está dirigida para industrias, su campo de aplicación es para pequeñas y medianas industrias, por consiguiente, su tiempo de producción será de un periodo de 4 horas.

Se estimó el tiempo de producción requerida de 4s y una producción por minuto el cual se expresa a continuación.

1 minuto equivale a 60 segundos por ende $\frac{60s}{4s} = 16$ seg eso tiene una equivalencia de 16 bolsas por minuto.

La selladora contará con 4 horas de funcionamiento, la cual elabora una cantidad de 16 bolsas por minuto, su producción diaria será

Cantidad: 16 bolsas/ min

Tiempo de trabajo: 4 horas

Producción: (16 bolsas) * (60 minutos) = **960 bolsas/ min**

Volumen de producción diarios = **3840 diarios**

Las pequeñas y medianas empresas trabajan en promedio 6 días a la semana

Volumen de producción semanal = **23,040 bolsas**

Volumen de producción mensual = **92,160 bolsas**

Volumen de producción anual = **1, 105,920 bolsas**

1.9 Característica del producto a empacar

El **agua en bolsa** es agua potable envasada en bolsas individuales de consumo y venta al por menor o mayor. El agua puede ser agua glacial, agua de manantial, agua de pozo, agua purificada o simplemente agua del abastecimiento público de agua (el agua del grifo). Muchos países, especialmente los países desarrollados, regulan la calidad del agua en bolsa a través de estándares del gobierno, normalmente utilizados para garantizar que la calidad del agua es segura y las etiquetas reflejan con precisión el contenido de la bolsa. En muchos países en desarrollo, sin embargo, tales normas son variables y suelen ser menos estrictos que los de las naciones desarrolladas.

El agua purificada y envasada se desarrolla a partir de la necesidad para obtener y consumir un producto con características de seguridad, salubridad e higiene de bajo costo, al instante de beber agua, como también en las diversas aplicaciones que en la cotidianidad del hogar se utiliza con el líquido vital.

1.9.1 Característica del agua

- Estado físico: solida, liquida y gaseosa
- Color: incolora
- Densidad: 1000 kg/ m^3
- Viscosidad: $0.000833 \text{ kg/ m. s a } 28 \text{ C}$

1.9.2 Propiedades físicas

Son aquellas que se consideran por la apariencia y que se pueden percibir por los sentidos.

Características físicas	expresadas como	valor máximo aceptable
Color aparente	unidades de platino cobalto (UPC)	15
Olor y sabor	aceptable o no aceptable	aceptable
Turbiedad	unidades nefelometricas de turbiedad (UNT)	2

Tabla 3. Propiedades físicas del agua

1.9.3 Propiedades químicas

Se relacionan con los compuestos químicos disueltos en el agua y que pueden modificar sus propiedades.

- Acidez (sustancias acidas)
- Alcalinidad (carbonatos, bicarbonatos hidróxidos)
- Dureza (presencia de calcio y magnesio)

1.9.4 Características químicas que tienen reconocido adverso en la salud humana.

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias	Expresados Como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Antimonio	Sb	0.02
Arsénico	As	0.01
Bario	Ba	0.7
Cadmio	Cd	0.003
Cianuro libre y disociable	CN ⁻	0.05
Cobre	Cu	1
Cromo total	Cr	0.05
Mercurio	Hg	0.001
Níquel	Ni	0.02
Plomo	Pb	0.01
Selenio	Se	0.01
Trihalometanos Totales	THMs	0.2
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	HAP	0.01

Tabla 4. Elementos y compuestos peligrosos para la salud humana

Se pueden seleccionar otros tipos de líquidos que tengan similitud con la viscosidad y densidad del agua, ya que esta constituye en gran parte en su composición tales como:

- Bolis
- Refrescos
- Vinagre

1.10 Tipo de presentación final de la bolsa

1.10.1 Descripción general del módulo de empaque

En esta etapa del proceso de empaque, se lleva a cabo el proceso de formación de la bolsa, el llenado y el sellado de la misma. Como esta es una máquina de empacadora vertical, se da forma de tubo al material en una sección circular sobre un collar al cual se le llama cuello formador.

El tipo de bolsa seleccionada para el proceso se le conoce como bolsa rectangular

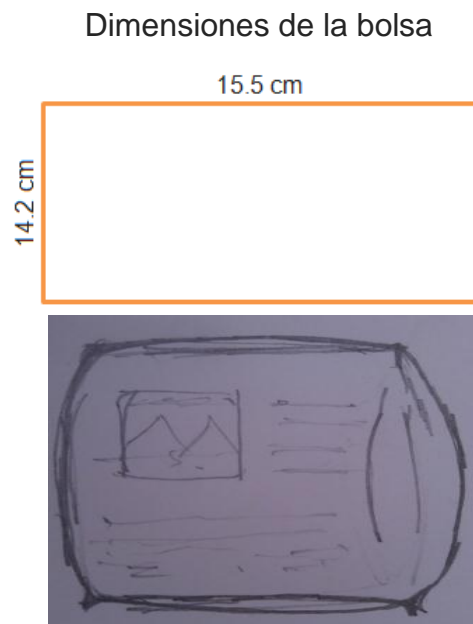


Figura 9. Boceto de bolsita

1.11 Parámetros funcionales

1.11.1 Vida útil

El equipo está diseñado para vida infinita, por lo que se calculan los elementos a falla por fatiga.

1.11.2 Costo del equipo

El costo del equipo depende de varios factores como la capacidad de sellado, la cantidad de sellos por hora, el grado de automatización.

El costo puede ser menor que el establecido por el mercado actual, debido a que se pretende diseñar para disminuir los costos. Sin embargo, el costo del equipo se ajusta a la economía nicaragüense, sin dejar de lado la calidad de los materiales.

1.11.3 Materiales

Se considera el uso de acero de diferentes características, según la pieza o sistema del equipo que se construye.

Las partes que están en contacto con el producto son de acero inoxidable evitando que influyan en la calidad del producto, así como verificando la resistencia de los materiales que estén a cargas que hagan fallar el diseño.

1.12 Características del diseño

- El diseño debe sellar fundas de plástico por medio del proceso termocuplas que regulan la temperatura de las mordazas, para garantizar la hermeticidad del envase ya que en su interior se tiene un líquido.
- La velocidad de sellado depende de la presentación del producto (250-500 ml), es decir, el volumen del producto que entre en la funda a ser sellada.
- La capacidad de sellado dependerá de la producción del líquido, el cual no debe de ser menor de 16 sellos por minutos, como se indica en los parámetros fundamentales.

1.13 Parámetros iniciales para el diseño:

- Presentación del producto: bolsa de 250 y 500 ml
- Material de la bolsa: plástico (polietileno de baja densidad)
- Funcionamiento diario de la maquina empacadora: 4 horas
- Funcionamiento semanal de la maquina empacadora: 6 días
- Volumen de producción: 3840 bolsas/días
- Velocidad de empaque: 16 bolsas/ min
- Voltaje de: 220 a 360 V
- Peso de la maquina: 227.5 kg

CAPÍTULO III Diseño del circuito electroneumático

La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es un material elástico y, por tanto, al aplicarle una fuerza se comprime, mantiene esta compresión y devuelve la energía acumulada cuando se le permite expandirse, según dicta la ley de los gases ideales

Propiedades del aire comprimido:

1. Generación del aire comprimido sin limitaciones ya que la materia prima es sin costo.
2. Fácil distribución, no precisa recuperación.
3. Fácil de acumular en tanques o depósitos.
4. Puede ser utilizado en ambientes explosivos o inflamables.
5. No interfiere con el medio ambiente.
6. Los componentes son de costo moderado y de fácil aplicación.
7. Admite altas velocidades de trabajo, regulación de fuerzas, no tiene problemas por bloqueos o detenciones forzadas por sobrecarga.

Para la presente maquina se utilizarán Cilindros neumáticos para el llenado de las bolsas y para conseguir el movimiento de las dos partes que conforman la mordaza para el sellado y corte del empaque.

El cilindro neumático consiste en un cilindro cerrado con un pistón en su interior que desliza y que transmite su movimiento al exterior mediante un vástago. Se compone de las tapas trasera y delantera, de la camisa donde se mueve el pistón, del propio pistón, de las juntas estáticas y dinámicas del pistón y del anillo rascador que limpia el vástago de suciedad.

Los cilindros neumáticos de movimiento lineal son utilizados comúnmente en aplicaciones donde la fuerza de empuje del pistón y su desplazamiento son elevados.

Entre los mismos se encuentran los cilindros de simple y doble efecto, el cilindro tándem, el de multiposición, el cilindro neumático guiado, el cilindro sin vástago y el cilindro neumático de impacto.

En el cilindro neumático de doble efecto, el aire a presión entra por el orificio de la cámara trasera y, al llenarla, hace avanzar el vástago, que en su carrera comprime el aire de la cámara delantera que se escapa al exterior a través del correspondiente orificio. En la carrera inversa del vástago se invierte el proceso, penetrando ahora el aire por la cámara delantera y siendo evacuado al exterior por el orificio de la cámara trasera.



Figura 10. Cilindro de doble efecto

El cilindro neumático de simple efecto funciona de forma similar exceptuando que la carrera inversa se efectúa gracias a la acción del muelle.

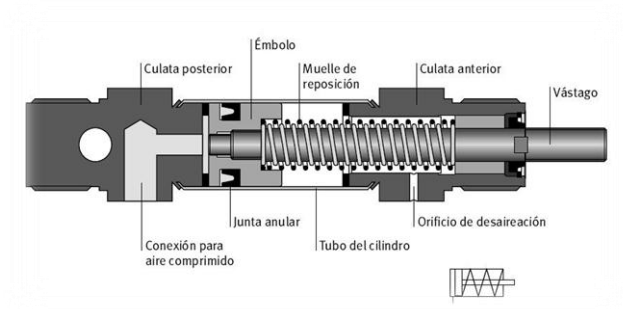


Figura 11. Cilindro neumático de simple efecto

Como se aclaró en el presente capítulo, existen distintos tipos de cilindros o actuadores neumáticos para diferentes tareas y objetivos específicos. El presente diseño contempla el uso de cilindros para mover las partes que conforman a la mordaza que sellara y cortara las bolsas.

1.14 Calculo de los parámetros para la selección de actuadores neumáticos.

Ahora se procede a realizar los procedimientos adecuados para determinar Las principales variables a considerar en la selección de los cilindros neumáticos las cuales son la carrera la fuerza del cilindro, la carga, el consumo de aire y la velocidad del pistón.

Para calcular la carrera es necesario saber el volumen de producto necesario para cada producto, sin embargo, las bolsas de agua se venden en función de la masa que son capaces de alojar sin dañarse de alguna manera, pero se sabe que:

$$M = V * \gamma$$

Donde:

M=masa

V=volumen

γ =densidad

En nuestro proyecto las cantidades de líquidos que se empacarán son de (250-500) ml de agua, el peso específico del agua es igual 1000 Kg/m^3 teniendo estos datos obtenemos el volumen del producto en los empaques.

Para las bolsas de $250\text{ml} = 0.25\text{kg}$, el volumen es equivalente a

$$M = V * \gamma$$

$$V = \frac{M}{\gamma}$$

$$V = \frac{0.25\text{kg}}{1000\text{kg/m}^3} = 0.00025\text{m}^3 \times 10^6 \frac{\text{cm}^3}{\text{m}^3} = 250\text{cm}^3$$

Para las bolsas de $500\text{ml} = 0.5\text{kg}$, el volumen es equivalente a

$$M = V * \gamma$$

$$V = \frac{M}{\gamma}$$

$$V = \frac{0.5\text{Kg}}{1000\text{Kg/m}^3} = 0.0005\text{m}^3 \times 10^6 \frac{\text{cm}^3}{\text{m}^3} = 500\text{cm}^3$$

Como se mencionó anteriormente el sistema de sellado consistirá esencialmente en un cilindro neumático conectado a un brazo y a su vez conectado a un pistón que estará dentro de un cilindro las dimensiones de dicho cilindro serán de 10 cm de diámetro y el largo será determinado en función de la carrera que sea necesaria para el pistón de modo que pueda desplazarse dentro del cilindro sin problemas.

Una vez que ya se conoce el volumen necesario de producto el cual es aproximadamente el volumen que se necesita utilizar del cilindro y el diámetro del cilindro es posible pasar a determinar el largo de la carrera necesaria para abarcar dicho volumen.

Para un cilindro $V = \pi r^2 h$

$$h = \frac{V}{\pi r^2}$$

$$h = \frac{250cm^3}{\pi(25cm^2)}$$

$$h = 3.183cm$$

Luego se repite el cálculo para las bolsas de 500kg de esta manera se podrá saber el rango de carreras que será necesario para sellar el producto en sus presentaciones.

Para un cilindro $V = \pi r^2 h$

$$h = \frac{V}{\pi r^2}$$

$$h = \frac{500cm^3}{\pi(25cm^2)}$$

$$h = 6.366cm$$

Con los cálculos ya realizados se determinó que las carreras necesarias deberán ser de 3.183cm – 6.366cm .y el pistón encargado de mover el producto tendrá como dimensiones 9.96cm de diámetro y 7cm de largo por lo tanto al sumar el largo del pistón a la distancia necesaria de carrera y el brazo al que se conecta el pistón el cual mide 5cm se obtiene una distancia de 18.366cm aunque por motivos de comodidad y seguridad se le darán unos cuantos centímetros más con lo que quedara en 25cm de largo para el cilindro.

1.15 Cálculo de la fuerza necesaria de los actuadores neumáticos.

La fuerza del cilindro es una función del diámetro del cilindro, de la presión del aire y del roce del embolo, que depende de la velocidad del embolo y que se toma en el momento de arranque.

Los cilindros de doble efecto no cuentan con un resorte para volver a su posición de equilibrio, así su fuerza no disminuye en la carrera de avance, pero si en su carrera de retroceso, debido a la disminución del área del embolo por la existencia del vástago.

Para este paso lo primero será determinar el peso del cuerpo que desea moverse y por ende la fuerza necesaria para realizar dicho movimiento.

En este caso el cilindro neumático deberá mover un pistón de 9.96cm de diámetro por 7cm de largo y que al estar en contacto con el producto deberá ser hecho de acero inoxidable de la serie 304 para el cual se tiene una densidad de $\gamma = 8.0 \text{ g/cm}^3 = 800 \text{ Kg/m}^3$. Y al ser un cilindro su volumen será:

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = \pi(24.8 \text{ cm}^2)(7\text{cm}) = 545.38 \text{ cm}^3 / 10^6 \frac{\text{cm}^3}{\text{m}^3} = 0.000545 \text{ m}^3$$

$$M = V * \gamma$$

$$M = (0.000545 \text{ m}^3) \left(\frac{800\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = 3.6\text{kg}$$

P = fuerza en Newton

$$P = M \times g$$

$$P = (3.6 \text{ Kg}) \left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2} \right) = 35.28 \text{ N}$$

Es decir que se necesita que el cilindro pueda aplicar al menos 35.28 N de fuerza sobre el cuerpo.

Ahora se procede a calcular las fuerzas reales y teóricas.

Factor de carga $\lambda = 0.7$

$$F_{\text{real}} = \frac{P}{\lambda} = \frac{35.28\text{N}}{0.7} = 50.4\text{N}$$

Rendimiento interno del cilindro $\mu = 0.9$

$$F_T = \frac{F_{\text{real}}}{\mu} = \frac{50.4 \text{ N}}{0.9} = 56 \text{ N}$$

Lo siguiente será calcular la fuerza necesaria para mover las mordazas de sellado de esta manera podrá escogerse el modelo necesario para realizar dicha tarea.

$$M = 7 \text{ Kg}$$

$$\mathbf{P = M * g}$$

$$P = (7 \text{ Kg}) \left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2} \right) = 68.6 \text{ N} \approx 69 \text{ N}$$

Es decir que se necesita que el cilindro pueda aplicar al menos 69 N de fuerza sobre el cuerpo lo cual bastante parecido a la fuerza necesaria para el cilindro neumático del sistema de dosificación.

Ahora se procede a calcular las fuerzas reales y teóricas.

$$\text{Factor de carga } \lambda = 0.7$$

$$F_{\text{real}} = \frac{P}{\lambda} = \frac{69 \text{ N}}{0.7} = 98.57 \text{ N}$$

$$\text{Rendimiento interno del cilindro } \mu = 0.9$$

$$F_T = \frac{F_{\text{real}}}{\mu} = \frac{98.57 \text{ N}}{0.9} = 109.52 \text{ N}$$

Lo siguiente será escoger el cilindro neumático incluyendo los diámetros de vástago y de cilindro, tomando en cuenta la recomendación de escoger un cilindro para una fuerza de 50 – 100% mayor que la que se necesita en este caso se usara el 60% por lo tanto se procede a buscar y se encuentra que el más cercano es un cilindro de 188 N para carrera de salida y 158N de carrera de entrada, el cual posee un Diámetro de cilindro de 20mm

y un diámetro de vástago de 8 mm d las fuerzas requeridas por los cilindros de las mordazas se toma del siguiente catálogo.

Modelo de cilindro catalogo parker

P1A

Cilindro

Fuerzas de los cilindros de doble efecto

Diám. cil. vástago mm	Carrera	Área piston cm ²	Max. fuerza teórica en N (bar)									
			1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
10/4	+	0,8	8	16	24	31	39	47	55	63	71	79
	-	0,7	7	13	20	26	33	40	46	53	59	66
12/6	+	1,1	11	23	34	45	57	68	79	90	102	113
	-	0,8	8	17	25	34	42	51	59	68	76	85
16/6	+	2,0	20	40	60	80	100	120	141	161	181	201
	-	1,7	17	35	52	69	86	104	121	138	156	173
20/8	+	3,1	31	63	94	126	157	188	220	251	283	314
	-	2,6	26	53	79	106	132	158	185	211	238	264
25/10	+	4,9	49	98	147	196	245	295	344	393	442	491
	-	4,1	41	82	124	165	206	247	289	330	371	412

+ = Carrera de salida
- = Carrera de entrada

¡Atención!
Seleccionar una fuerza teórica 50-100%
mas grande que la fuerza requerida

Tabla 5 Catalogo Parker P1A cilindro

A partir de la siguiente tabla, es posible seleccionar el modelo de actuador neumático en el caso del presente diseño se escoge el modelo P1A-S016DS-0020, debido a que es el que cumple con los requisitos necesarios de Carrera, Fuerza capaz de aplicar y diámetros de cilindro y vástago. Para la mordaza los cilindros neumáticos de las mordazas trabajaran con presiones de entre 5 y 6 bar.

Tabla 6 . Actuadores neumáticos

Carrera máxima 500 mm	30	P1A-S012DS-0030	20 Conex. G1/8	10	P1A-S025DS-0010
	40	P1A-S012DS-0040		15	P1A-S025DS-0015
	50	P1A-S012DS-0050		20	P1A-S025DS-0020
	80	P1A-S012DS-0080		25	P1A-S025DS-0025
	100	P1A-S012DS-0100		30	P1A-S025DS-0030
	125	P1A-S012DS-0125		40	P1A-S025DS-0040
	160	P1A-S012DS-0160		50	P1A-S025DS-0050
	200	P1A-S012DS-0200		80	P1A-S025DS-0080
	10	P1A-S016DS-0010		100	P1A-S025DS-0100
	15	P1A-S016DS-0015		125	P1A-S025DS-0125
Carrera máxima 500 mm	20	P1A-S016DS-0020	Carrera máxima 1.000 mm	160	P1A-S025DS-0160
	25	P1A-S016DS-0025		200	P1A-S025DS-0200
	30	P1A-S016DS-0030		250	P1A-S025DS-0250
	40	P1A-S016DS-0040		320	P1A-S025DS-0320
	50	P1A-S016DS-0050			
	80	P1A-S016DS-0080			
	100	P1A-S016DS-0100			
	125	P1A-S016DS-0125			
	160	P1A-S016DS-0160			
	200	P1A-S016DS-0200			

Los cilindros se suministran completos con tuerca de sujeción y regulación.
Los cilindros con vástago pasante se suministran completos con dos tuercas de regulación y una tuerca de sujeción

1.16 Cálculo de aire requerido para los actuadores neumáticos.

Datos del cilindro.

$$D_{\text{cilindro}} = 20\text{mm}$$

$$D_{\text{vástago}} = 8\text{mm}$$

$$L = 20\text{mm}$$

n: se considerará que el cilindro trabaje 15 ciclos/min.

$P_{\text{manométrica}}$: La presión antes de la Unidad de Mantenimiento será de 6 bares.

En la carrera a más (salida)

$$Q_{\text{avance}} = \pi \frac{D_{\text{cilindro}}^2}{4} * L * \frac{1\text{lit}}{10^6} * \frac{(0.987 + P_{\text{man}})}{0.987} * n$$

$$Q_{\text{avance}} = \pi \frac{(20)^2}{4} * (20) * \frac{1\text{lit}}{10^6} * \frac{0.987 + 6}{0.987} * \frac{15}{\text{min}} = 0.667 \text{ lit/min}$$

En la carrera a menos (retorno)

$$Q_{avance} = \pi \frac{D_{cilindro}^2 - D_{vástago}^2}{4} * L * \frac{1lit}{10^6} * \frac{(0.987 + P_{man})}{0.987} * n$$

$$Q_{retroceso} = \pi * \frac{20^2 - 8^2}{4} * 20 * \frac{lit}{10^6} * \frac{0.987 + 6}{0.987} * \frac{15}{min} = 0.560lit/min$$

Debido a que son 2 actuadores neumáticos en total se multiplica por 2 la cantidad de aire necesaria para un actuador.

$$Q_{total\ cilindro} = \left(0.560 \frac{lit}{min}\right) * 2 = 1.12lit/min$$

Considerando un 5% del volumen del cilindro que se aloja en el circuito neumático.

$$Q_{cilindros} = 1.12 * 1.05 = 1.176 \frac{lit}{min} = 0.1764 m^3/h$$

1.17 Selección del diámetro de la tubería neumática.

En la mayor parte de las plantas, el compresor de aire se coloca a cierta distancia del taller principal y del área de instalaciones; es decir, del punto real de consumo, debido a razones del problema de ruido llevado por el aire o relacionadas con la seguridad de la maquinaria y otros problemas de operación, como la transmisión de vibración al demás equipo. El aire comprimido se almacena en un tanque de compresión, del cual se lleva hacia el punto de consumo por medio de una tubería. Al tender la tubería neumática para el sistema, se debe tener suficiente cuidado y poner atención en ver que la caída de presión, desde el punto de generación hasta el de consumo, permanezca tan baja como se pueda. Por razones económicas, siempre es mejor si la caída total de presión se limita a un valor máximo de 0.1 bar, o incluso menos. Algunas de las normas internacionales prescriben un valor de 0.01 bar para una presión en la línea de 6 bares (man), debido a

necesidades específicas de operación. Al seleccionar los tubos neumáticos y otras instalaciones de la línea de aire, se toman en cuenta los factores siguientes:

1. Presión del aire en la línea.
2. Gasto total a través de la línea.
3. Caída de presión admisible en la línea.
4. Tipo del material del tubo y tipo de accesorios de la línea.
5. Longitud y diámetro del tubo o de otras tuberías.
6. Medio ambiente de trabajo, etcétera.

Al tender el sistema de tuberías del aire comprimido, el único factor al que se le debe dar una importancia primordial es el de reducir la caída en la presión en el extremo más alejado de la tubería. Esto es muy importante para el uso económico global del aire comprimido. Con el fin de lograrlo, es esencial que se use el tipo de tubería de circuito cerrado, y debe descartarse, tanto como se pueda, la disposición de la tubería en largas distancias rectas. Se deben utilizar un número mínimo de codos en la línea para mantener lo más bajas que se puedan las pérdidas debidas a la fricción. Otro factor que a menudo plantea problemas de mantenimiento es librarse del agua acumulada en la tubería. Para esto, es esencial que la tubería (en especial si se debe tirar una tubería más larga) tenga un gradiente de 6 a 10 mm por metro.

Encada punto de desviación de la línea, deben colocarse colectores adecuados para el agua. Se pueden observar varios puntos de extracción de la tubería principal de un sistema neumático.

Para la correcta selección de la tubería primero será utilizar los datos de la siguiente tabla que se han recolectado hasta ahora en la realización del diseño neumático para seleccionar la correcta tubería.

Datos generales	
Consumo requerido	1.176 lit. /min
Aumento planificado	30 % (0.05292 m³/h)
Consumo total	0.1764 m³/h
Presión de funcionamiento	6 bar (600,0 kPa)
Caída admisible de la presión Δp	0.20 bar (20,0 kPa)
Longitud total de la Tubería	20m
Accesorios de tubería	
Codos normales (90°)	4 unidades
Empalmes en T	2 unidades
Válvulas de paso	3 unidades

Tabla 7. Datos requeridos para diseño neumático

1.18 Determinación del diámetro de la tubería según monograma.

Paso 1

El diámetro provisional recurriendo al monograma "Determinación del diámetro del tubo".

Diámetro provisional = 8mm

Paso 2

Las longitudes equivalentes de los accesorios recurriendo

diámetro (mm)	8	10	15	20	25	32	40	50
T (empalme directo)	0.15	0.15	0.21	0.34	0.46	0.55	0.67	0.92
T (salida lateral)	0.76	0.76	1.01	1.28	1.62	2.14	2.47	3.18
Codo 90°	0.43	0.43	0.52	0.64	0.79	1.07	1.25	1.59
codo 45°	0.15	0.15	0.24	0.3	0.38	0.49	0.58	0.73
Válvula esférica	0.01	0.03	0.09	0.12	0.15	0.22	-	-
*autoescape completamente abierto								

Tabla 8 longitudes equivalentes de los accesorios

Utilizando como valor de diámetro, el diámetro provisional que se obtuvo en el paso 1 el cual resulto ser 8mm.

Accesorios	Cant.	Diámetro del tubo en mm	Factor de pérdida	Pérdida local
Piezas en T	4	8	0.76	3.04 m
Codo normal (90°)	4	8	0.43	1.72 m
Válvulas de paso	5	8	0.01	0.05 m
Longitud equivalente total				3.29 m
Longitud total				28.06 m

Tabla 9 resumen de datos de longitud equivalente

Paso 3: Se seleccionara el diametro definitivo utilizando el monograma de diametros de tuberias con la diferencia de que se usara la longitud total encontrada en la tabla de longitudes equivalentes. Longitud definitiva = 8mm

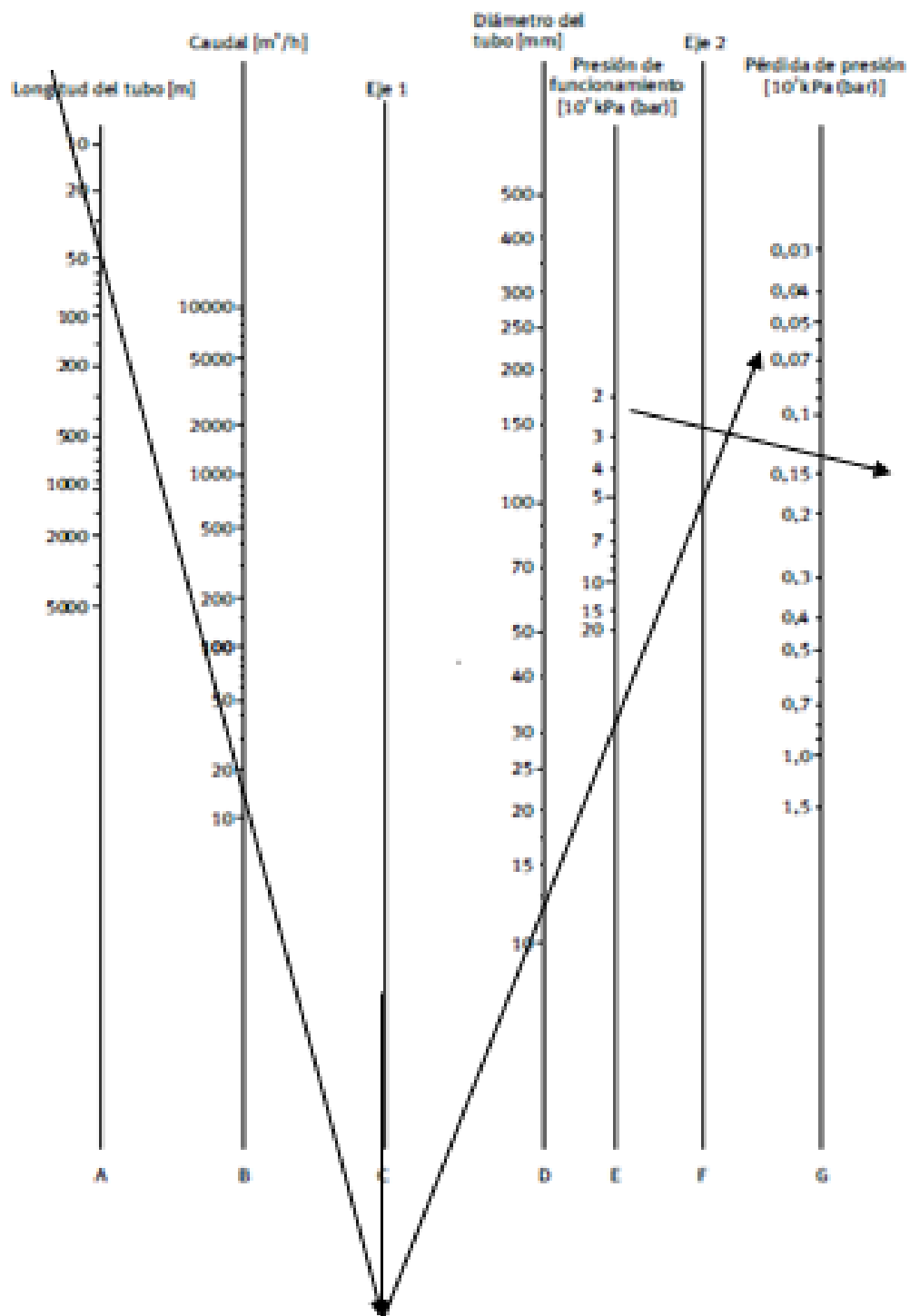


Figura 12. Monograma de diámetro de tuberías definitivo

1.19 Normalización del diámetro.

El Diámetro definitivo encontrado con ayuda del monograma es de 8 mm el más cercano a este diámetro sería un diámetro de 3/8" pero considerando que este diámetro no es apropiado para Instalaciones neumáticas se seleccionará la tubería de 1/2" que es la tubería más común y comercial.

Diámetro nominal	Diámetro exterior	Diámetro interior
Pulgadas	Mm	Mm
1/8	10,2	4,9
1/4	13,5	7,7
3/8	17,2	11,4
1/2	21,3	14,8
3/4	26,9	20,4
1	33,7	25,6
1 1/4	42,4	34,3
1 1/2	48,3	40,2
2	60,3	51,3
2 1/2	76,1	67,1
3	88,9	79,2
4	114,3	103,5
5	139,7	128,9
6	165,1	154,3

Tabla 10 Diámetros de tubería normalizados

1.20 Cálculo de las pérdidas de carga.

Anteriormente se había señalado que se utilizaría una pérdida de carga de diseño de 0.20 bar. Sin embargo, este valor sólo es aplicable a cada tramo de tuberías. Ahora se calculará la pérdida de carga de toda la red. De modo que el compresor pueda satisfacer la demanda de presión a la cual será utilizado.

Para calcular la pérdida de carga se utilizará la siguiente ecuación:

$$P_i^2 - P_f^2 = \frac{76.35 \times L_t \times Q_n^{1.875}}{D^5}$$

Dónde:

P_i : Presión inicial en bar absolutos.

P_f : Presión final en bar absolutos.

L_t : Largo total (incluyendo las longitudes equivalentes) en m.

Q_n : Caudal normal, en m³/h.

D : Diámetro interior del tubo en mm.

$$P_i - P_f = \sqrt{\frac{76.35 \times 28.06 \times 0.1764 \text{ m}^3/\text{h}^{1.875}}{14.8^5}} = 0.01079 \text{ bar}$$

$$P_i = 6 + 0.01079 = 6.01079 \text{ bar}$$

1.21 Cálculo de parámetros para la selección del compresor.

En el momento de seleccionar un compresor se han de considerar una serie de factores que dependen en gran medida de la instalación a la que ha de servir. Por tal motivo debe

en primer término diseñarse la instalación y una vez conocida ésta suficientemente, se elige el compresor más idóneo.

Los factores fundamentales de la instalación a considerar son el caudal de aire necesario y la presión requerida. Otra serie de factores mecánicos y energéticos propios del compresor también tendrán incidencia en el momento de la selección.

1.21.1 Caudal que ha de proporcionar el compresor.

Evidentemente el compresor ha de ser capaz de proporcionar el caudal suficiente para atender a todos y cada uno de los puntos de consumo, en el momento que lo requieran.

Como primera medida es necesario conocer el consumo de cada una de las máquinas y procesos en que se utilice el aire comprimido. Ahora bien, hasta conocer el caudal que ha de facilitar el compresor hay que recorrer un largo camino, ya que es preciso considerar una serie de cuestiones que se concretan y comentan en los próximos párrafos.

1.21.2 Coeficientes de corrección del consumo.

En un principio puede parecer que el caudal a proporcionar por el compresor es la suma de los consumos de cada máquina, pero esto no es así, ya que es preciso tener en cuenta una serie de consideraciones que se concretan en unos coeficientes de corrección, multiplicadores de dicha suma.

1.21.3 Coeficiente de uso (CU)

Se denomina coeficiente de uso (CU) al cociente entre el tiempo en que un equipo neumático está consumiendo aire y el tiempo total de funcionamiento de dicho equipo. También es conveniente conocer este parámetro a través del propio fabricante, aunque puede ser variable, dependiendo incluso del operario que lo utilice. En la tabla 3-1 se facilitan valores de este coeficiente, el cual debe multiplicarse por el consumo específico correspondiente a cada máquina para conocer el caudal medio realmente consumido por la máquina.

Coeficiente de uso en equipos neumáticos	
Maquinas rectificadoras	0.5
Máquinas de pulir	0.3
Taladradoras	0.4
Terrajadoras	0.2
Atornilladores	0.2
Aprietatuercas	0.2
Mordazas	0.1
Cinceladores	0.4
Remachadores	0.1
Pisones	0.2
Chorros de arena	0.5
Boquillas sopladores	0.1
Pistolas de pintura	0.5
Cilindros de aire	0.2

Tabla 11 Coeficiente de uso de equipos neumáticos

1.21.4 Coeficiente de simultaneidad (CS)

El factor de simultaneidad también es un valor empírico. Las unidades consumidoras que no funcionan de modo continuo suelen conectarse en diversos momentos, con lo que no todas funcionan al mismo tiempo. Ello significa que pueden aplicarse los factores de simultaneidad que se indican a continuación.

cantidad de equipos	coeficiente de simultaneidad C_s
1	1
2	0.94
3	0.89
4	0.86
5	0.83
6	0.8
7	0.77
8	0.75
9	0.73
10	0.71
11	0.69
12	0.68
13	0.67
14	0.66
15	0.65
100	0.2

Tabla 12. Coeficiente de simultaneidad según el número de equipos

1.21.5 Coeficiente de mayoración para futuras ampliaciones (CMA).

Normalmente se suele prever que el consumo puede aumentar hasta 30% en el futuro al añadir nuevas unidades consumidoras a la instalación. En este caso el coeficiente de mayoración será igual a 1.3.

1.21.6 Coeficiente de mayoración por fugas (CMF).

Las fugas de aire son inherentes a toda instalación neumática. Se va a tratar de que el montaje de la instalación lo realice personal calificado y con material de calidad por lo que se va a cifrar este coeficiente en 1.05. (5%)

1.21.7 Coeficiente debido al ciclo de funcionamiento del compresor (C_{cc})

El último coeficiente que hay que tener en cuenta está motivado por el ciclo de funcionamiento del propio compresor. El compresor tiene que proporcionar todo el volumen de aire consumido en la fracción del ciclo de funcionamiento en la que produce aire comprimido. Por tanto, su valor es el cociente entre la duración total del ciclo de funcionamiento y el tiempo en el que el compresor está produciendo aire comprimido. Lógicamente su valor es siempre mayor que uno y normalmente cercano a dos.

Para el cálculo del compresor, tanto la presión máxima como el caudal total a suministrar por el compresor, serán factores fundamentales a considerar.

Para esto, se recurre a la siguiente fórmula:

$$Q_{COMP} = C_S * C_{MF} * M_A * C_{CC} * C_U * \sum_{i=1}^n Q_{espi}$$

Dónde:

C_S : Coeficiente de simultaneidad. Dependerá del número de equipos conectados a la red. Según el número de equipos conectados son 5 en la red, los datos de la Tabla 3-2, el C_S en este caso es 0.83.

C_{MF} : Coeficiente de mayoración por fugas. En este caso es de 5% (1.05).

C_{MA} : Coeficiente de mayoración por futuras ampliaciones. En este caso es de 30% (1.30).

C_{CC} : Coeficiente de ciclo de funcionamiento del compresor.

En este caso se va a suponer el compresor está en marcha durante la mitad del ciclo, por lo que el valor de este coeficiente C_{CC} va a ser igual a 2.

Coef. de simultaneidad C_s	Coef. de Mayoración por fugas C_{MF}	Coef. de Mayoración por futuras ampliaciones C_{MA}	Coef. de Ciclo de funcionamiento del compresor C_{CC}	Coef. de Uso C_U	Consumo de la Instalación $Q_{CONSUMO}$ (L/min)	Caudal Proporcionado por el Compresor $Q_{COMPRESOR}$ (L/min)
0.83	1.05	1.30	2	0.85	1.176	5.662

C_U : Coeficiente de uso. Para cilindros neumáticos (0.85).

$\sum_{i=1}^n Q_{espi}$: Caudal total de las unidades consumidoras: 2.94 l/min.

MODELO	CAUDAL L/min	PRESION(bar)	POTENCIA MOTOR (Hp)	PESO Kg
PRO 40 SILENT	196	8	2	38

Tabla 13 Caudal a suministrar por compresor

El compresor tendrá que ser capaz de suministrar un caudal de 5.662 l/min, y con una presión mínima de **6.01079**bares.

Según catálogo “Compresores de Aire CEVIK”

PRO 40 SILENT

Compresor portátil silencioso. Poderoso motor de 2hp y gran calderín para almacenamiento de aire. Ideal para trabajos en interior y en exterior como soplar, hinchar y óptimo para la utilización de clavadora y grapadora neumática. Ultrasilencioso. Compresor sin mantenimiento, no tiene aceite, puede ser transportado en cualquier posición, incluso tumbado. Doble salida de aire.



MODELO	VOLT.	HP.	LTS	BAR	LT. MIN	RPM.	KG.
PRO SILENT 40	230	2	40	8	196	1400	38



Figura. 13 Compresor de catálogo CEVIK.

Es muy importante destacar que el compresor seleccionado incorpora el tanque de almacenamiento por lo cual no se hace necesario calcularlo, por tanto: el acumulador es de 40 litros.

1.22 Válvulas y elementos de trabajo

1.22.1 Tipos de válvulas

En concordancia con las funciones que asumen las válvulas en los sistemas hidráulicos y Neumáticos son prácticamente las mismas independientemente del control de mando de ellas que pueden ser Mecánico, Eléctrico, señales de flujo (de Pilotaje) etc. lo que las diferencia es su estructura física debido al flujo de trabajo; obviamente las válvulas Hidráulicas son más robustas y más resistentes que las Neumáticas entre ellas se clasifican de esta manera:

- Válvulas distribuidoras o de vías
- Válvulas de bloqueo
- Válvulas de presión
- Válvulas de caudal
- Válvulas de cierre

Se aplican los siguientes criterios para representar las Válvulas Distribuidoras.

1.22.2 Características de las válvulas distribuidoras

Las válvulas distribuidoras se caracterizan por:

- a) número de posiciones: se identifica en la válvula por la cantidad de cuadros existentes en el símbolo.
- b) número de vías: se identifica en la válvula por las líneas que tiene en el exterior del recuadro se especifican por medio de letras o números:
- c) tipo de accionamiento se identifican en el símbolo de la válvula a la izquierda y derecha de los recuadros y puede ser mecánico, Hidráulico/ neumático, eléctrico, o Electrohidráulico/Electro neumático.

1.22.3 Tipos de válvulas Distribuidoras

1.22.3.1 Válvulas de 2/2 vías

Este tipo de válvulas tienen dos vías y dos posiciones. Las encontramos normalmente abiertas y normalmente cerradas: **La válvula normalmente abierta**, hacen que el caudal circule libremente desde 1 a 2 si no se accionan para cambiar su posición inicial Véase *Fig. 1-7*. Si se aplica el accionamiento cambia su posición inicial y cierra el paso del caudal entre las vías 1 y 2. Si la señal de accionamiento desaparece regresa a su posición inicial por medio del muelle de retorno volviendo a abrir las vías entre 1 y 2.

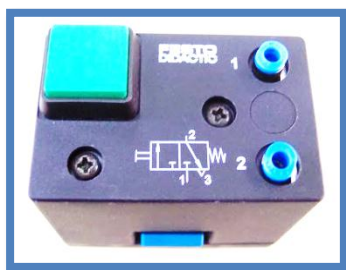


Figura 14. Válvula 2/2 normalmente abierta

La válvula normalmente cerrada, hacen que el caudal se bloquee entre las vías 1 a 2 en su posición inicial. Si se aplica el accionamiento cambia su posición inicial y permite que el caudal circule libremente entre las vías 1 y 2. Si la señal de accionamiento desaparece regresa a su posición inicial por medio del muelle de retorno volviendo a cerrar las vías entre 1 y 2.

1.22.3.2 Válvula 3/2

Este tipo de válvulas tienen 3 vías y dos posiciones según la *Fig. 14*. Se encuentran normalmente abiertas y normalmente cerradas.

La normalmente cerrada, si se le aplica la señal para cambiar su posición inicial, el caudal circulará libremente desde 1 a 2. Al retirar la señal de accionamiento, la válvula

regresa a su posición de partida por el muelle de retorno. Impidiendo el paso del fluido de 1 hacia 2.

Normalmente abierta, si no se le aplica señal para cambiar su posición inicial, el fluido fluye libremente de 1 a 2. Si dejamos de aplicar señal de control a la válvula, ésta regresa a su posición de partida por el muelle de retorno, cerrando la conexión 1 e impidiendo el paso del fluido hacia la vía 2.

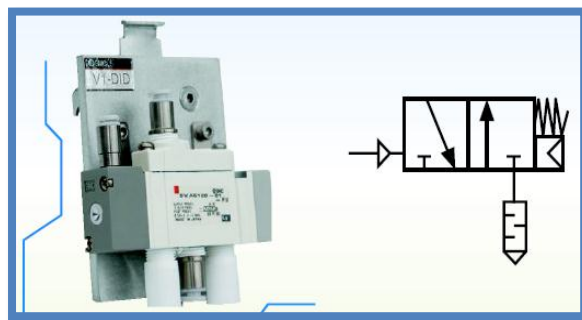


Figura 15. válvula distribuidora 3/2 neumática

1.22.3.3 Válvulas 4/2

Son aquellas que tiene 4 vías y 2 posiciones, ésta válvula opera de tal manera que si se la aplica señal de control para cambiar su estado inicial, el fluido circulará de 1 hacia 4 y el retorno a tanque será de 2 hacia 3. Al dejar de aplicar la señal de control la válvula regresa a su posición inicial haciendo que el fluido circule de 1 hacia 2 y el retorno a tanque sea de 4 hacia 3.

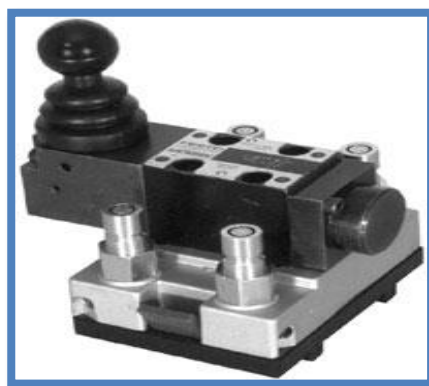


Figura 16. válvula distribuidora 4/2 hidráulica

1.22.3.4 Válvulas 5/2

Son aquellas que tienen 5 vías y 2 posiciones, Véase Fig. 1-10. ésta válvula cambia de su posición inicial al aplicar una señal de accionamiento provocando que el fluido o aire circule libremente de 1 a 4, el retorno a tanque o escape a la atmosfera se realiza de 2 a 3 y se cierra la vía 5. Al dejar de aplicar la señal de accionamiento la válvula regresa a su posición de partida haciendo que el fluido circule de 1 a 2, el retorno de 4 a 5 y se cierra la vía 3.



Figura 17. válvula distribuidora 5/2 neumática

1.22.3.5 Válvulas 5/3

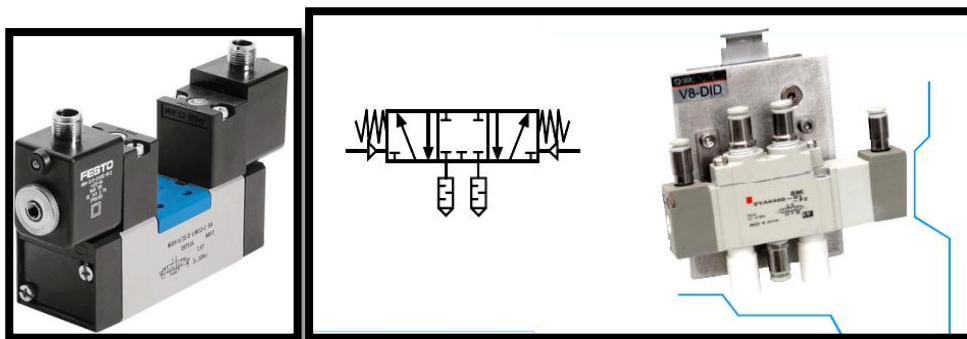


Figura 18. electroválvula distribuidora 5/3 neumático centro cerrado.

Son válvulas que tienen 5 vías y 3 posiciones, operan cambiando las 3 posiciones por medio de señales aplicadas a ambos extremos y retornando a su posición inicial por

medio de muelles Véase Fig. 1-11. Si aplicamos señal en la terminal 14 la válvula cambia a la segunda posición donde el fluido o aire circula libremente de 1 a 4, el retorno a tanque es de 2 a 3 y la vía 5 queda cerrada.

Si se aplica señal en la terminal 12 la válvula cambia a la tercera posición haciendo que el fluido circule de 1 a 2, el retorno de 4 a 5 y la vía 3 queda cerrada. Si no se le aplica señal de accionamiento la válvula regresa a su posición de partida donde las 5 vías se encuentran cerradas.

1.22.4 Válvulas de Bloqueo.

Son elementos que bloquean el paso de caudal preferentemente en un sentido y lo permiten únicamente en el otro. La presión del lado de salida actúa sobre la pieza obturadora y apoya el efecto del cierre hermético de la válvula.

1.22.4.1 Válvula de anti retorno.

Las válvulas de anti retorno bloquean el caudal en un solo sentido y permiten el flujo en sentido contrario. El bloqueo debe ser totalmente hermético y sin fugas, por lo que estas válvulas siempre son de asiento y tienen la siguiente construcción Véase la Fig. 15.

El elemento de cierre por lo general una bola o un cono es presionado sobre una superficie de cierre correspondiente. La válvula puede abrir el paso para el caudal, separando el elemento de cierre su asiento.

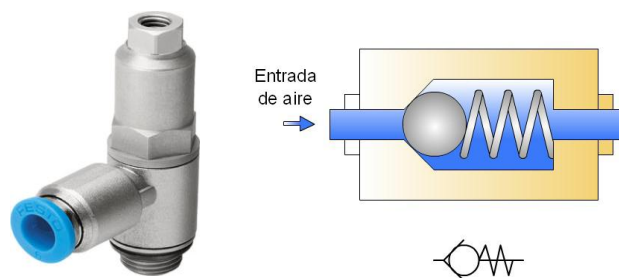


Figura 19. válvula de anti retorno.

1.22.4.2 *Válvula de Escape rápido.*

Se utiliza para purgar rápidamente el aire de un cilindro, aumentando notablemente su velocidad. Se monta también junto al cilindro.

Si circula aire de P \Rightarrow A, la junta de labio cierra a R. Al purgarse el cilindro, la junta cierra el paso hacia P, uniéndose A \Rightarrow R.



Figura 20. válvula de escape rápido

1.22.4.3 *Válvula OR .*

Se trata de una válvula que implementa la función OR, También se le llama selectora o anti retorno doble. Con ella se permite que un mando determinado se pueda realizar desde puntos distintos. Véase la Siguiente Figura.

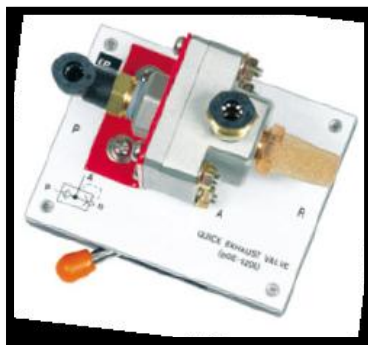


Figura 21. válvula OR.

1.22.4.4 Válvula AND (Y).

Se trata de una válvula que implementa la función AND, esto es, sólo permite pasar el aire o el aceite a la salida cuando hay fluido con presión por las dos entradas a la vez. Se utiliza para hacer circuitos de seguridad, el cilindro sólo se activará cuando existe presión en las dos entradas Véase la siguiente Fig.

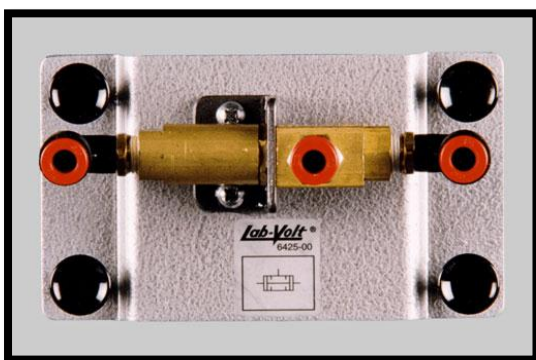


Figura 22. válvula AND.

1.22.5 Válvulas reguladoras de presión

Las válvulas limitadoras y reguladoras de presión tienen la función de controlar y regular la presión en un sistema y en circuitos parciales. Las válvulas reguladoras de presión reducen la presión de entrada hasta alcanzar el valor de una presión de salida

previamente ajustada. Estas válvulas sólo cumplen debidamente su función si el sistema hidráulico respectivo trabaja con diversas presiones.



Figura 23. Válvula limitadora de presión

Las válvulas reguladoras de presión son utilizadas como:

1.22.5.1 Válvulas de seguridad

La válvula de seguridad es el elemento indispensable en las instalaciones hidráulicas y es el aparato que más cerca debe ponerse de la bomba, su misión es limitar la presión máxima del circuito para proteger a los elementos de la instalación.

En este caso, la válvula está ajustada a la presión máxima de la bomba y sólo se abre en casos de emergencia.

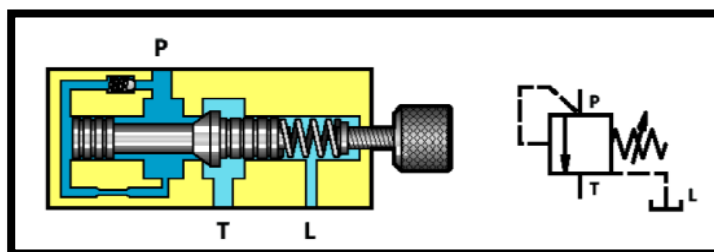


Figura 24. Válvula de seguridad.

1.22.5.2 *Válvula de contra presión*

Esta válvula actúa contra la inercia de las masas oponiéndoles una carga. La válvula debe tener una compensación de presiones y además, la conexión del depósito debe soportar una carga.

1.22.5.3 *Válvula de freno*

Estas válvulas evitan picos de presión que pueden surgir a causa de fuerzas de inercia de masas cuando se cierra repentinamente la válvula distribuidora.

1.22.5.4 *Conectoras y des conectoras (válvulas de secuencia)*

Se trata de válvulas dispuestas en serie que se abren o cierran cuando se alcanza una determinada presión. Son muy parecidas a las limitadoras de presión con la diferencia de que en lugar de evacuar a tanque el aceite se dirige al lugar que se requiera (figura) y no se produce la laminación de las anteriores.

1.22.6 Válvula reguladora de caudal con anti retorno incorporado (válvula combinada).

También se conoce por el nombre de regulador de velocidad o regulador unidireccional. Estrangula el caudal en un solo sentido. Una válvula anti retorno cierra el paso del aire o el fluido hidráulico en un sentido, y el flujo puede circular sólo por la sección ajustada. En el sentido contrario, el fluido circula libremente a través de la válvula anti retorno abierta. Estas válvulas se utilizan para regular la velocidad de cilindros neumáticos.

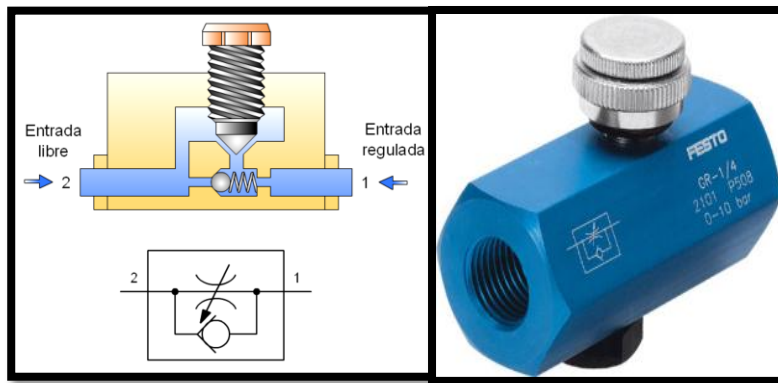


figura 25. válvula reguladora de caudal con anti retorno.

1.23 Estructura del sistema de control neumático

El circuito de la *figura 26* representa una conexión neumática que tiene aplicación en procesos de control de calidad, etiquetado, embalaje, herramientas, etc. en todo tipo de industrias.

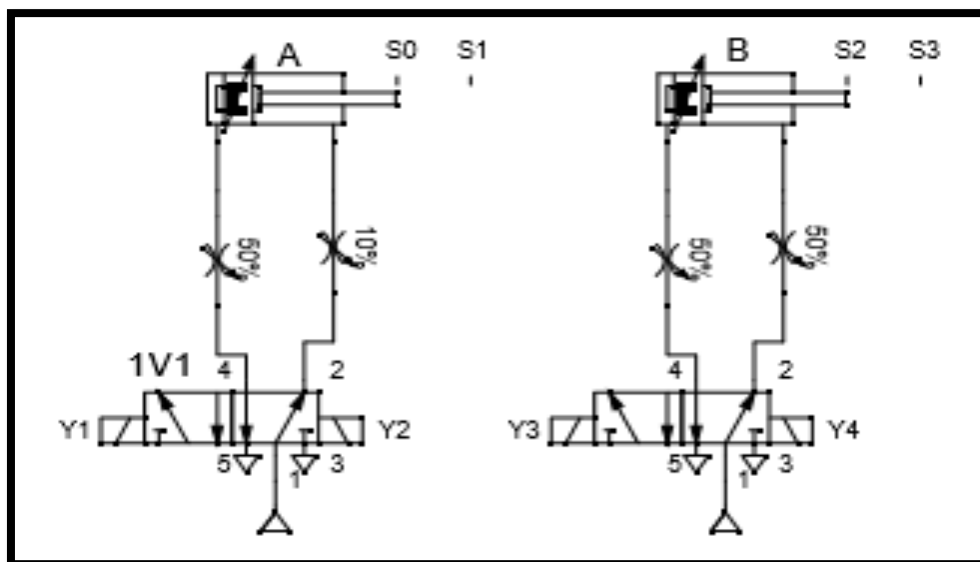


Figura 26. Diagrama de control.

1.23.1 Los elementos que compone este circuito son:

- 2 Válvula distribuidora 5/2 accionada por pulsador.
- 4 Válvula reguladora de caudal con anti retorno.
- Unidad de mantenimiento.
- Mangueras de conexión.
- Fuente de poder (compresor).
- 2 Cilindro de doble efecto.

1.23.2 Funcionamiento:

El aire sale de la unidad de mantenimiento energiza a (Y1), haciendo que la válvula distribuidora 5/2 conmute, el aire llega hasta el cilindro de doble efecto y hace que se desplace el vástago con velocidad regulada mediante la válvula regulada a 50%. Cuando se desenchave la válvula el cilindro de doble efecto vuelve a su posición inicial expulsando el aire a través del orificio 2- 3 de la válvula 5/2.

1.24 Diseño de circuitos eléctricos

1.24.1 Sistema eléctrico

Es una serie de elementos o componentes eléctricos o electrónicos tales como resistencias, inductancias, condensadores, fuentes y dispositivos electrónicos. Semiconductores conectados eléctricamente entre sí con el propósito de generar, transportar o modificar señales electrónicas o eléctricas.

1.24.2 Circuito eléctrico de maquina empacadora

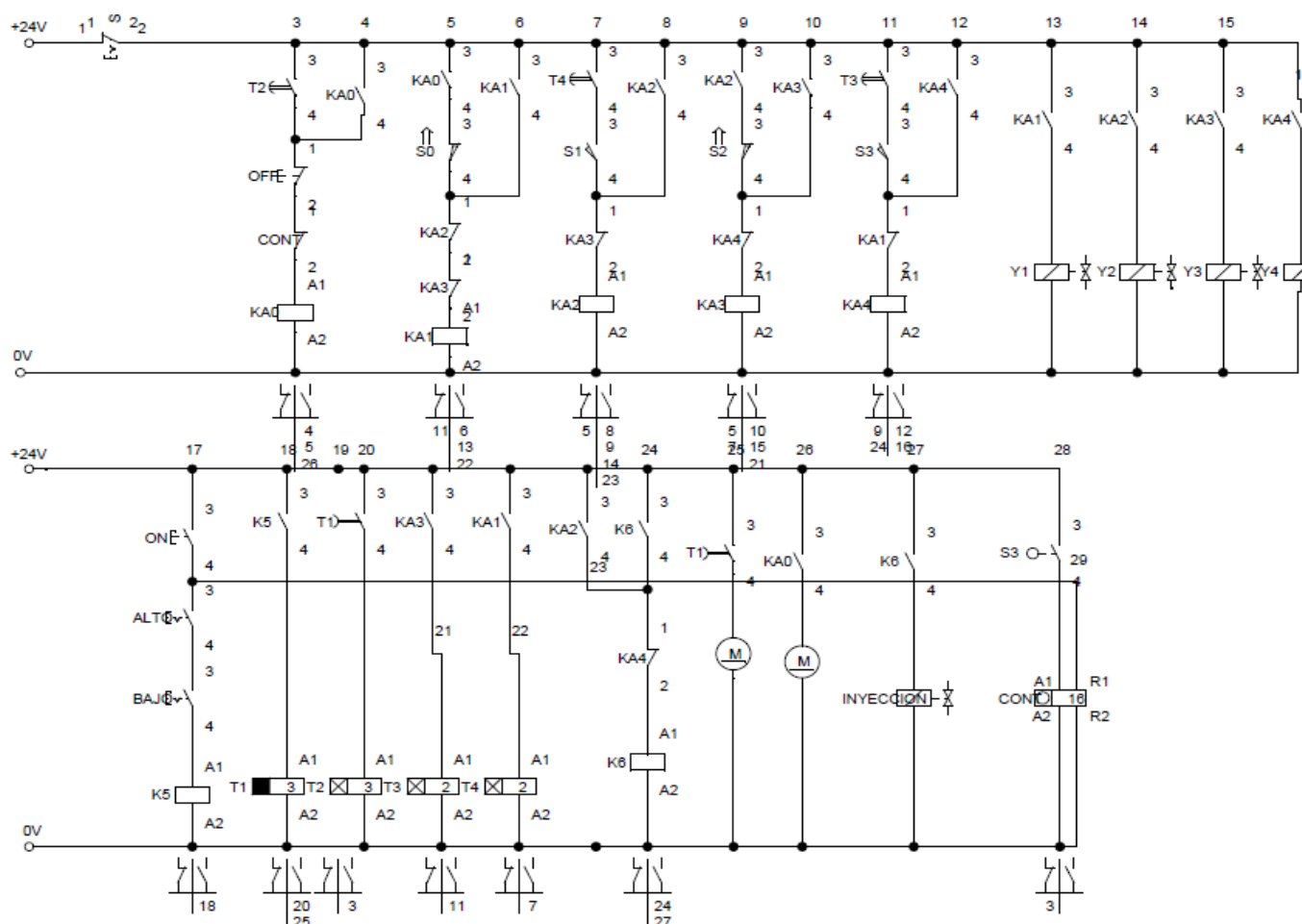


Figura 27. Circuito eléctrico de maquina empacadora

El diagrama representa el sistema eléctrico de la maquina empacadora, en donde se representan los elementos de control de los sensores, electroválvulas, salidas de señales.

Está dividido en dos partes, la parte de programación que controlan elementos internos del logo como contactos y temporizadores y la parte de fuerza que es la activación de los motores y bomba.

El diagrama eléctrico es fundamental para la automatización ya que en él se puede ajustar los tiempos de cada proceso y de esta manera simular los ciclos que desempeña la máquina.

1.24.3 Descripción del diagrama eléctrico

La máquina esta diseñada de tal forma que comienza el ciclo si y solo si los sensores de nivel estén abiertos, luego activa la bomba y comienza a bombear líquido, de manera simultánea se enciende el motor de jalado de película de plástico, le manda señales a las válvulas solenoides biestables y mueven los cilindros, energiza la válvula que abre la salida de líquido, y se representa el tiempo de inyección.

1.24.4 Sensor de nivel

El Sensor de nivel es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente, líquido dentro de un tanque u otro recipiente. Integral para el control de procesos en muchas industrias, los Sensor de nivel se dividen en dos tipos principales. Los Sensor de nivel de punto se utilizan para marcar una altura de un líquido en un determinado nivel preestablecido. Generalmente, este tipo de sensor funciona como alarma, indicando un sobre llenado cuando el nivel determinado ha sido adquirido, o al contrario una alarma de nivel bajo. Los sensores de nivel continuos son más sofisticados y pueden realizar el seguimiento del nivel de todo un sistema. Estos miden el nivel del fluido dentro de un rango especificado, en lugar de en un único punto, produciendo una salida analógica que se correlaciona directamente con el nivel en el recipiente. Para crear un sistema de gestión de nivel, la señal de salida está vinculada a un bucle de control de proceso y a un indicador visual.

1.24.5 Criterios para la selección de sensores de nivel

¿Está midiendo un líquido o un sólido? ¿Necesita un Sensor de nivel de agua?

¿Cuáles son la temperatura de la aplicación y rangos de presión?

¿Qué rango de medición de nivel se necesita?

¿Se producen turbulencias, espuma, o vapor en la superficie del líquido?

¿Va a necesitar medición de nivel a contacto o sin contacto?

¿Qué tipo de salida necesitamos, analógica, display digital, relé, etc.?

Se selecciona sensores de nivel tipo flotador porque se consigue fácilmente y a un costo relativamente bajo, aunque pudiese cumplir los requerimientos sanitarios deseados, el hecho de tocar el líquido implica un desacuerdo en el cliente quien a todo costo quiere mantener el líquido lo más posible aislado del contacto con agentes externos.

1.24.5.1 Flotador

En estos sensores de nivel de punto, un flotador magnético se mueve en la superficie del líquido, accionando un sellado herméticamente "Reed switch, interruptor de láminas" en el tallo. El simple mantenimiento hace que se instale fácilmente, minimiza el impacto, la vibración y la presión, y trabaja con una gran variedad de medios de comunicación. El interruptor de láminas puede ser unipolar, (SPST) de un solo polo, o de doble tiro (SPDT). Son los más Sensor de nivel de agua más utilizados

S1= sensor en la parte superior del tanque menor.

S2= sensor en la parte inferior del tanque menor.

S3= Visor de líquido en la parte superior del tanque mayor.

La ubicación de los sensores son de suma importancia ya que ellos se encargaran de la activación de bomba, de la señal dependerá el bombeo de líquido.

El sistema de control debe de cumplir las siguientes condiciones de funcionamiento.

Si S1 no censa líquido la bomba no debe funcionar.

La activación de la bomba debe de ser hecha en función al sensor S2 de manera que cuando S2 no detecte líquido debe prender la bomba.

Esta debe de cargar el tanque hasta la altura indicada por el sensor S1 de modo que cuando S1 censa el líquido debe detener la bomba impidiendo que esta vuelva a trabajar hasta no cumplir la condición en el S2 para la nueva activación de bomba.

1.24.5.2 Control

Utilizamos relés directamente por los sensores S1, S2 respectivamente.

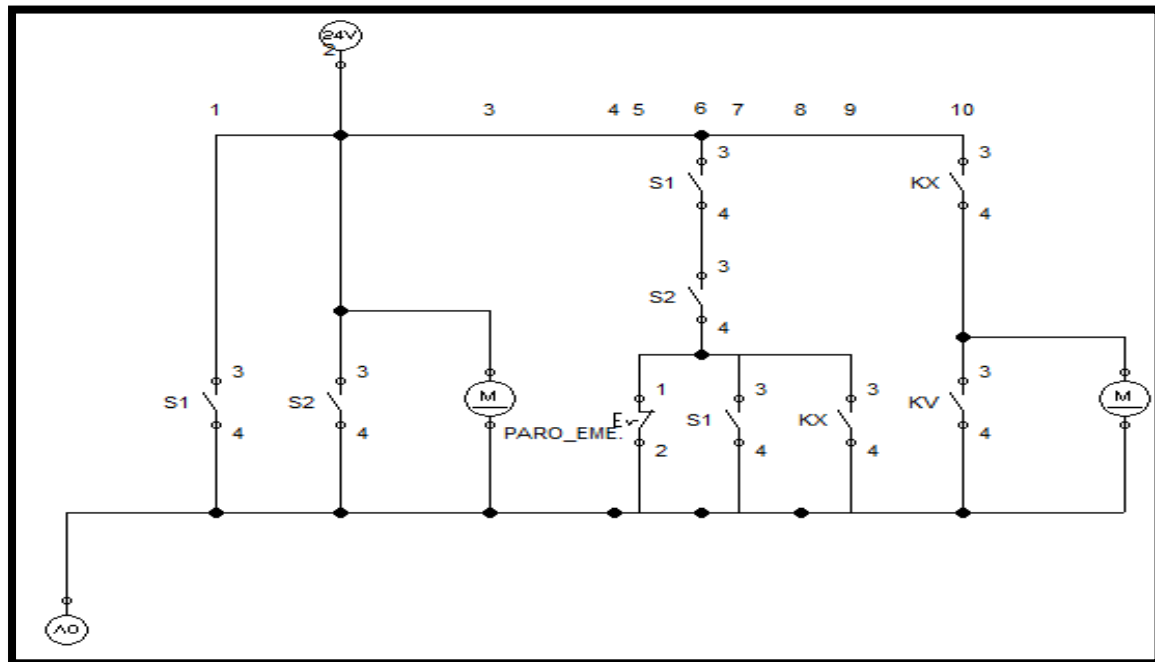


Figura 28. Circuito de control para sistema de alimentación

1.24.5.3 *Sensor de proximidad*

Es un transductor que detecta objetos o señales que se encuentran cerca del elemento sensor.

La necesidad de detectar la presencia de objetos está muy vinculada al correcto desempeño de una máquina o proceso, dada la importancia de conocer exactamente dónde se ubica un objeto, o para saber si el objeto se encuentra en un determinado punto. Ya sea para contar piezas, movilizarlas, o accionar otros mecanismos en base a la posición del objeto, los sensores de proximidad son una pieza fundamental en la industria.

1.24.5.4 *Sensores Fotoeléctricos*

Los sensores fotoeléctricos se han convertido en elementos cotidianos presentes en máquinas, cintas transportadoras y todo tipo de procesos. Ofreciendo un tamaño conveniente sin perder robustez, los sensores fotoeléctricos le permitirán detectar la presencia de objetos de todos los tamaños, formas y colores.

Utilizando haces de luz infrarrojo, LED visible o láser, esta señal modulada se propaga a través del medio hasta alcanzar el objeto. Algunos sensores utilizan la propia reflectividad del objeto, siendo estos los sensores difusos. Los mismos pueden ser estándar, convergentes o divergentes. También se encuentran los sensores opuestos, que utilizan un emisor y un receptor, y los retroreflectivos, que hacen uso de un espejo para reflejar la luz.

Cuando el sensor detecta la presencia del objeto, la salida conmuta, activando salidas de tipo transistor de colector abierto PNP, NPN o bipolares, o bien utilizando salidas de relé electromecánico o de estado sólido.



Figura 29. sensor fotoeléctrico

1.24.5.5 Control electroválvula de líquido

Asumimos que para el control de líquido vamos a utilizar una señal de control, Independientemente del sistema implementado. En el software la aplicación de Apertura puede ser para válvula embolo.

Pero en el caso de dar solución con otro sistema simplemente en el Software al momento de abrir o cerrar se plantean en forma de funciona sí que en ella se realizan los cambios necesarios.

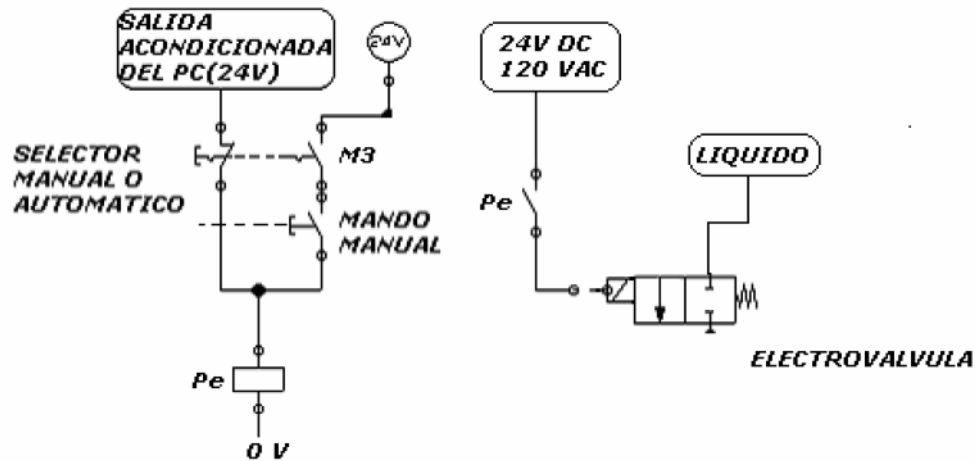


figura 30. control de electro válvula de liquido

1.24.6 Motor eléctrico

Es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor.

Algunos de los motores eléctricos son reversibles, ya que pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores.



Rotor = Eje unido a las espiras y que gira,

Estator = Parte fija donde están los imanes. No Gira.

www.areatecnologia.com

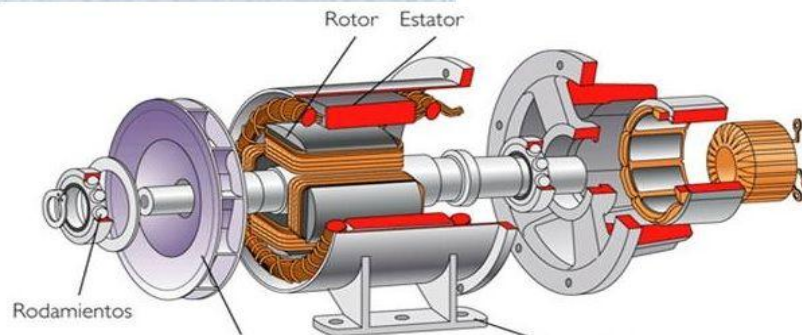


figura 31. Partes del motor

La función del motor será aplicar la fuerza necesaria para jalar la película de plástico y que pase por el cuello formador y de la forma diseñada de la bolsa.

El motor esta acoplado al eje de los rodos que jalan el plástico previo al llenado de líquido.

1.24.7 Selección del motor

Se selecciona un motor de corriente Directa (D.C), ya que posee una finalidad amplia en su función, desempeñan un trabajo satisfactorio e incurren en bajo costo.

Ventajas de los motores de corriente directa:

- Se puede controlar el par torsional al variar la corriente aplicada al motor. Eso es deseable en aplicaciones con control de tensión, como el bobinado de una tira o película sobre un carrete o rollo.
- La dirección de rotación es reversible, lo cual cambia la polaridad de voltaje aplicado al motor.
- Los motores DC suelen tener respuesta rápida, acelerando con rapidez cuando cambia de voltaje, porque el diámetro de su rotor es pequeño, y les permite tener una alta relación de par torsional a inercia.

1.24.8 Parámetros de selección

- Torque
- Rpm
- Hp

1.24.8.1 Torque

Se define como torque (T) de una fuerza que actúa sobre algún punto del cuerpo rígido, en una posición (r) respecto de cualquier origen, por el que puede pasar un eje sobre el cual se produce la rotación del cuerpo rígido, al producto vectorial entre la posición r y la fuerza aplicada F.

$$\mathbf{T} = \mathbf{r} * \mathbf{F}$$

1.24.8.2 Determinación del torque del Motor

Al analizar las opciones de motor a ser consideradas para la selección, se optó por utilizar un motor DC que cumpliera con las especificaciones de carga del plano, debido a que su control resultaría más sencillo de diseñar.

Puesto que en las especificaciones se planteó que el plano se sometería a cargar alrededor de 20 kg se calculó el peso de la película de plástico para poder iniciar con los cálculos del motor correcto.

El motor estará ubicado en un plano horizontal el cual formará un Angulo de 180 ° con respecto al plano horizontal, por lo cual esta acoplado directamente con el eje de los rodos de arrastre de plástico.

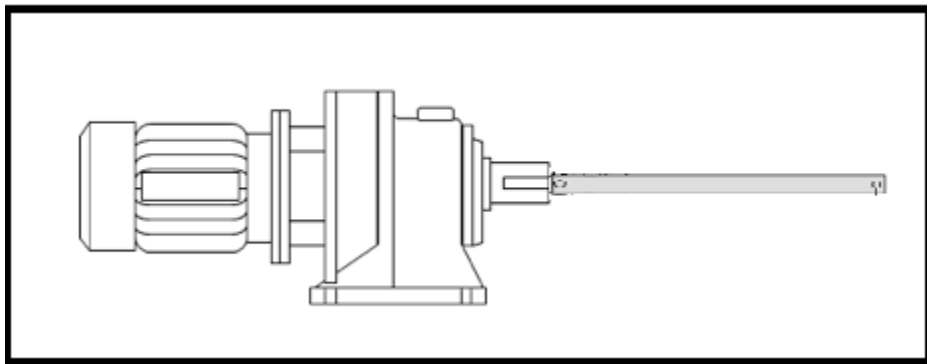


figura 32. Motor Reductor

1.24.9 Calculo del peso de la película de plástico

Se procede a calcular el peso de la película de plástico con la siguiente ecuación:

$$W = m * g$$

Dónde:

W: Peso

m: Masa de la película de plástico

g: gravedad en m/s^2

Para calcular la masa se utiliza la ecuación

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Dónde:

m: masa de la película en gramos

ρ : densidad del polietileno de baja densidad $0.92 \frac{g}{cm^3}$

V: volumen de la película.

El volumen se calcula con la ecuación matemática de un cilindro hueco

$$V = \pi(R^2 - r^2)L$$

Dónde:

R : radio mayor de la película

r : radio menor de la película

L: longitud de la película

$$V = \pi((5.5)^2 - (4)^2)45cm$$

$$V = 2,014.54 \text{ cm}^3$$

Obtenido el volumen se calcula la masa

$$m = \rho V$$

$$m = (0.92)(2014.54) = 1853.37g$$

$$m = 1.85Kg$$

El peso se obtiene con la ecuación

$$W = mg$$

$$W = 1.85\text{Kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$w = 18.16 \text{ N}$$

Con la expresión

$$\tau = r * F$$

Dónde:

r: la longitud de los rodos de arrastre

$$W = F$$

$$\tau = 0.15m \times 18.16 \text{ N}$$

$$\tau = 2.72\text{N} * \text{m}$$

Con la ecuación de la velocidad lineal

$$v = \frac{d}{t}$$

Dónde:

d: longitud de la bolsa = 0.14 m

t: tiempo de arrastre de plástico = 1.5s

$$v = 0.09 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Obtenida la velocidad lineal, se realiza una relación con la velocidad angular, expresada

$$v = \omega * r$$

Dónde:

ω : velocidad de angular de la barra de los rodos

r = radio de la barra de los rodos = 0.016 m

$$\omega = \frac{0.09 \frac{m}{s}}{0.016 m}$$

$$\omega = 5.62 \frac{rad}{s}$$

Se convierte los rad/s, en RPM con la siguiente conversión

$$\omega = \left(5.62 \frac{rad}{s}\right) \left(\frac{1 rev}{2\pi}\right) \left(\frac{60s}{1 min}\right) = 53.66 rpm$$

Calculada la velocidad angular en RPM se calcula la potencia en HP despejando de la fórmula de Torque

$$\tau = \frac{P * 716}{\omega}$$

$$P = \frac{\tau * \omega}{716}$$

$$P = \frac{2.72Nm * 53.66 rpm}{716}$$

$$P = 0.21 Hp$$

Obtenidos los parámetros:

m(kg)	g(m/s ²)	W(N)	r(m)	τ(Nm)	v(m/s)	r rodos(m)	ω(rpm)	P (hp)
1.85	9.8	18.16	0.15	2.72	0.09	0.016	53.66	0.021

Tabla 14 parámetros de cálculo del motor eléctrico

- Torque: 2.72Nm
- Velocidad angular: 53.66 rpm
- Potencia en caballos de fuerza: 0.21 HP

Se selecciona un motor de $\frac{1}{4}$ Hp, ya que es el disponible comercialmente, de marca weg el cual es disponible en Nicaragua por la empresa Grainger que distribuye distintos tipos de motores y material industria.



figura 33 .Motor reductor De 1/4hp Con Salida De 60rpm Y Flecha De Salida

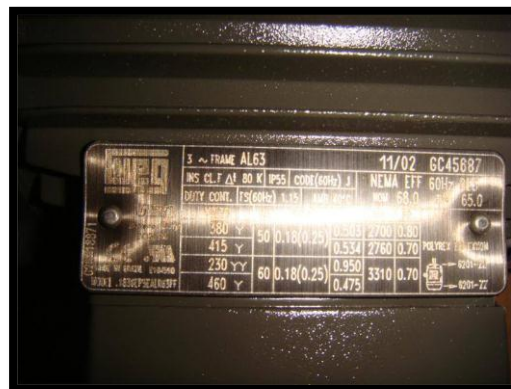


Figura 34. placa característica del motor weg

1.24.10 Diseño del panel general

Mandar sobre un circuito eléctrico supone ponerlo en marcha o pararlo de forma manual, también invertir la marcha, pero lo más interesante es hacerlo de forma automática, cuando se cumplan una serie de condiciones que se impongan, como cerrar un circuito de lámpara a una hora determinada y abrirlo a otra hora.

Se realiza este sistema para brindar protección a la máquina, y a sus componentes

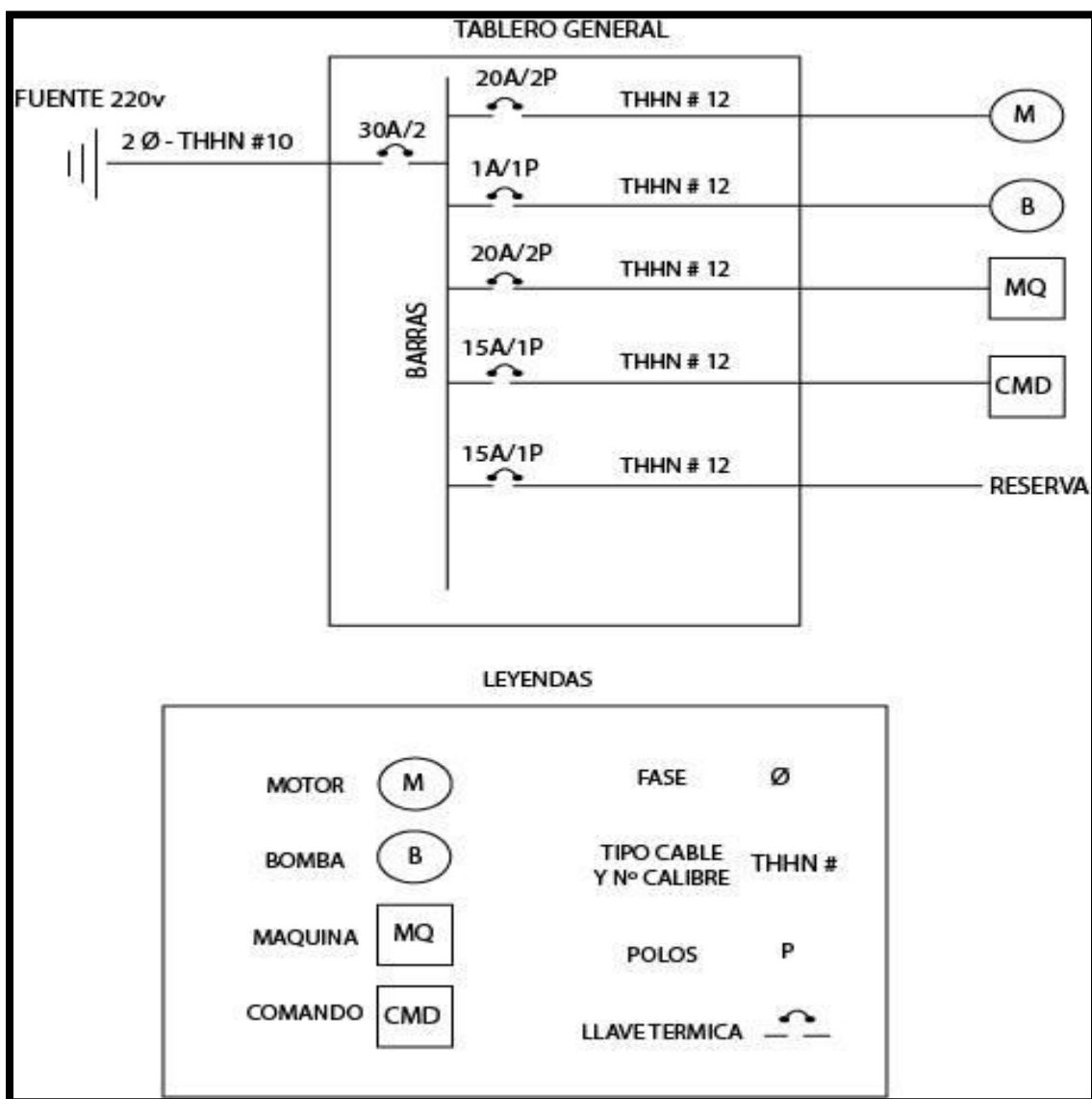


Figura 35. tablero de la maquina Empacadora

1.24.11 Diseño tablero de control de la maquina empacadora.

Las estaciones de botones, son cajas de lámina, aluminio, plástico o hierro fundido, donde van alojados los botones pulsadores, para controlar las maquinas asignadas. Las estaciones de botones son parte solo del circuito de control, por lo que aquí solo se mostrara estos circuitos, aclarando que faltaría el circuito de potencia para completar el arranque de los mecanismos. Lo más común es que se utilice una sola estación que contengan un botón de arranque (normalmente abierto) y un botón de paro (normalmente cerrado), aunque también se encuentran cajas de mayor tamaño para albergar un mayor número de botones.

En una instalación eléctrica, los tableros eléctricos son la parte principal. En los tableros eléctricos se encuentran los dispositivos de seguridad y los mecanismos de maniobra de dicha instalación.

En términos generales, los tableros eléctricos son gabinetes en los que se concentran los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, medida, señalización y distribución, todos estos dispositivos permiten que una instalación eléctrica funcione adecuadamente.

Dos de los constituyentes de los tableros eléctricos son: el medidor de consumo (mismo que no se puede alterar) e interruptor, que es un dispositivo que corta la corriente eléctrica una vez que se supera el consumo contratado.

Es importante mencionar que el interruptor no tiene funciones de seguridad, solamente se encarga de limitar el nivel del consumo.

Para fabricar los tableros eléctricos se debe cumplir con una serie de normas que permitan su funcionamiento de forma adecuada cuando ya se le ha suministrado la energía eléctrica. El cumplimiento de estas normas garantiza la seguridad tanto de las instalaciones en las que haya presencia de tableros eléctricos como de los operarios.

Una importante medida de seguridad para los tableros eléctricos es la instalación de interruptores de seguridad, estos deben ser distintos del interruptor explicado más arriba. Dichos interruptores de seguridad suelen ser de dos tipos: termo magnético, que se encarga de proteger tanto el tablero eléctrico como la instalación de variaciones en la corriente, y diferencial, que está dirigido a la protección de los usuarios.

En el caso de la máquina del presente diseño se necesitara un tablero de control desde el cual el usuario pueda encender y parar la maquina empaquetadora en su totalidad, esto incluye la puesta en marcha de un motor eléctrico, de las resistencias eléctricas en las mordazas de sellado y del sistema de control lógico programable de la máquina.

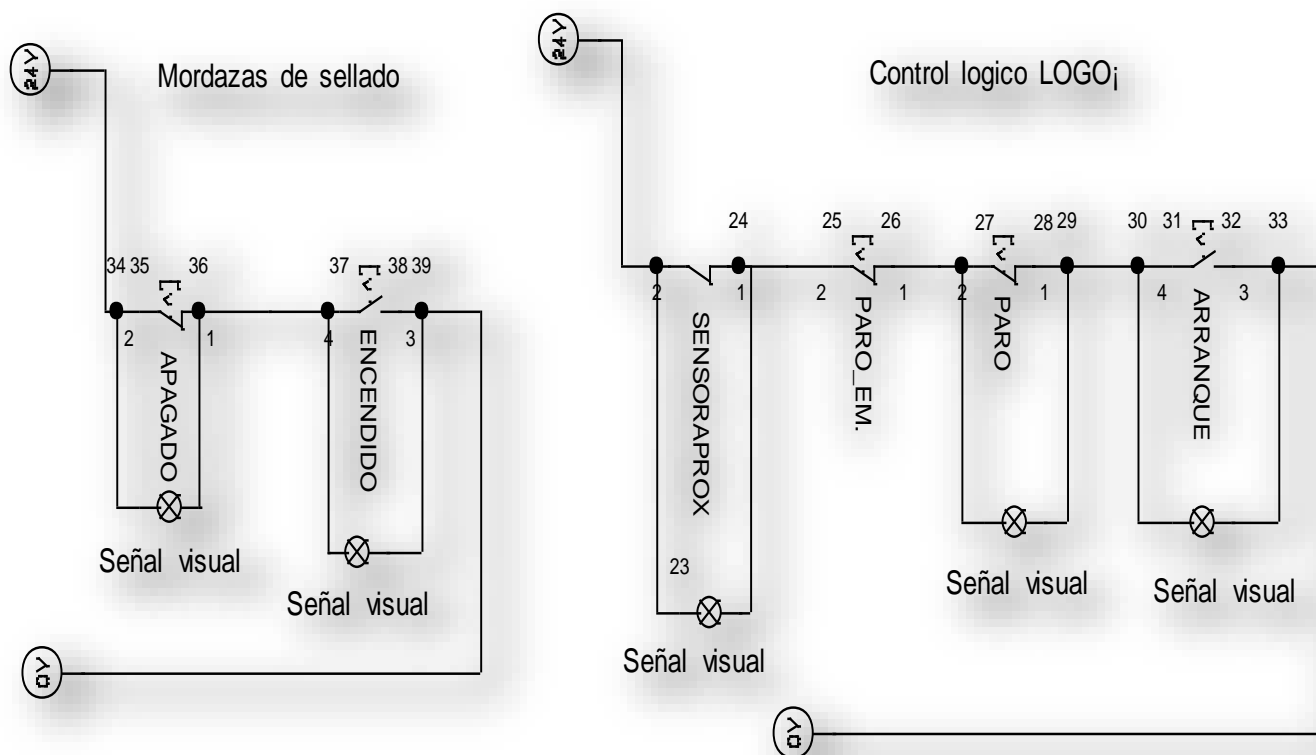


figura 36. control lógico programable LOGO

Tabla 15 Diagrama de tablero de control de la máquina.

Componentes del tablero de control.			
Elemento	Cantidad	Función	Imagen
Sensor de proximidad MM.	1	Detectar la presencia de polipropileno en los rodets transportadores.	
Botón pulsador Normalmente cerrado 800FM-E4MX01.	2	Enviar una señal de paro de manera manual.	
Botón pulsador Normalmente abierto 800FP-F3PX10.	2	Enviar una señal de arranque de manera manual.	
Operador de paro de emergencia 800FP-MT44PX01S.	1	Detener el funcionamiento de la máquina de manera rápida en caso de emergencia.	
indicador visual XVBC2B5.	5	Mostrar de manera visual el estado de encendido o apagado de los distintos elementos de la máquina.	

En la figura 36 ,se muestra a manera de detalle el diseño del sistema eléctrico del tablero de control encargado de controlar tanto las mordazas de sellado como el control lógico LOGO; el cual es el encargado de manejar la mayor parte de los procesos automáticos

de la máquina, en dicho diagrama es posible distinguir los botones de encendido y apagado así como de paro de emergencia del LOGO; ,los botones de encendido y apagado de la mordaza y el sensor de proximidad encargado de mostrar por medio de una señal visual cuando llegue el momento en el que no haya polipropileno para los empaques lo que significara que es momento de cambiar la bobina de polipropileno.

CAPITULO IV

Diseño mecánico de la máquina empacadora

1.24.12 Diseño Mecánico

Acero

El acero es una aleación de hierro con pequeñas cantidades de otros elementos, es decir, hierro combinado con un 1% aproximadamente de carbono, y que hecho ascua y sumergido en agua fría adquiere por el temple gran dureza y elasticidad. Hay aceros especiales que contienen, además, en pequeñísima proporción, cromo, níquel, titanio, wolframio o vanadio.

Se caracteriza por su gran resistencia, contrariamente a lo que ocurre con el hierro. Este resiste muy poco a la deformación plástica, por estar constituida solo con cristales de ferrita; cuando se alea con carbono, se forman estructuras cristalinas diferentes, que permiten un gran incremento de su resistencia. Ésta cualidad del acero y la abundancia de hierro le colocan en un lugar preeminente, constituyendo el material básico del Siglo XX. Un 92% de todo el acero es simple acero al carbono; el resto es acero aleado: aleaciones de hierro con carbono y otros elementos tales como magnesio, níquel, cromo, molibdeno y vanadio.

1.24.13 Propiedades Físicas del Acero

- Propiedades metálicas características.
- Buena ductilidad
- Conductividad térmica elevada
- Conductividad eléctrica elevada
- Resistencia a la corrosión

1.24.14 Propiedades Mecánicas

- Resistencia a la fractura (tenacidad)
- Dureza
- Velocidad de carga (deformación)

1.24.15 Acero Inoxidable alimenticio 316

Los aceros inoxidable son aleaciones de hierro con un mínimo de un 10,5% de cromo. Sus características se obtienen mediante la formación de una película adherente e invisible de óxido de cromo. La aleación 304 es un acero inoxidable austenítico de uso general con una estructura cúbica de caras centradas. Es esencialmente no magnético en estado recocido y sólo puede endurecerse en frío. Su bajo contenido en carbono con respecto a la aleación 302 otorga una mejor resistencia a la corrosión en estructuras soldadas.

1.24.16 Propiedades Eléctricas

Resistividad Eléctrica (μOhm)	70-72
--	-------

1.24.17 Propiedades Físicas

Densidad (g/cm^3)	7,93
------------------------------	------

Punto de Fusión ($^{\circ}\text{C}$)	1400-1455
--	-----------

1.24.18 Propiedades Mecánicas

Alargamiento (%)	<60
------------------	-----

Módulo de Elasticidad (GPa)	190-210
-----------------------------	---------

Resistencia a la Tensión (MPa)	460-1100
--------------------------------	----------

Aluminio

La utilización industrial del aluminio ha hecho de este metal uno de los más importantes, tanto en cantidad como en variedad de usos, siendo hoy un material polivalente que se aplica en ámbitos económicos muy diversos y que resulta estratégico en situaciones de conflicto. Hoy en día, tan solo superado por el hierro/acero. El aluminio se usa en forma pura, aleado con otros metales o en compuestos no metálicos. En estado puro se aprovechan sus propiedades ópticas para fabricar espejos domésticos e industriales, como pueden ser los de los telescopios reflectores. Su uso más popular, sin embargo, es como papel aluminio, que consiste en láminas de material con un espesor tan pequeño que resulta fácilmente maleable y apto por tanto para embalaje alimentario. También se usa en la fabricación de latas y tetrabrik.

Es el segundo metal más abundante de la tierra

Sus aplicaciones son botes de bebidas, aplicaciones de construcción, equipos para procesos químicos, ensambles aeroespaciales.

Entre sus mejores propiedades encontramos:

1. Densidad 2.70 gramos por centímetro cubico
2. Módulo de elasticidad alto
3. Alta ductilidad térmica y eléctrica
4. Resistencia a la oxidación y corrosión
5. Trabaja a bajas temperaturas y tiene mala resistencia al desgaste.

En el presente capítulo se realiza el diseño de la maquina empacadora, según con los parámetros desarrollados anteriormente.

A partir de la unión de las películas de polietileno es posible elaborar cualquier tamaño de funda, mediante el uso de mordazas.

Lo importante es establecer la temperatura máxima requerida para ablandar el polietileno y la presión necesaria en las barras.

1.24.19 Cálculo de la fuerza de sellado

Una vez se conoce la temperatura media de trabajo, es necesario establecer la presión requerida con que se juntan las mordazas, para permitir la unión de las dos superficies que conforman la funda plástica.

El tipo de selladora seleccionada presenta dos sistemas, el primero que se encarga de un sellado vertical que da la forma de tubo a la película de polietileno y el segundo encargado de realizar un sellado horizontal, dando la forma final a la funda.

Generalmente, en un periodo de calentamiento previo de 2 a 5 segundos antes de comenzar el ciclo a 120 °C y la presión de mordazas de alrededor de $0.564 \frac{kg}{cm^2}$, se obtiene un sellado satisfactorio.

Área efectiva de sellado

$$A_s = a * L$$

Donde:

A_s : Área máxima de sellado en cm^2

a: ancho total en sellado en $cm = 14 \text{ cm}$

L: Longitud del sellado en $cm = 35 \text{ cm}$

Si la presión de sellado es de $0.564 \frac{kgf}{cm^2}$, se puede determinar la fuerza necesaria para las mordazas mediante la siguiente expresión.

$$F_s = P_s * A_s$$

Dónde:

F_s = fuerza de sellado, kgf

P_s = presión de sellado, $\frac{kg}{cm^2}$

A_s = Área efectiva de sellado, cm^2

Reemplazando los valores de los selladores tenemos como se ilustra en la figura

Dibujo de la mordazas

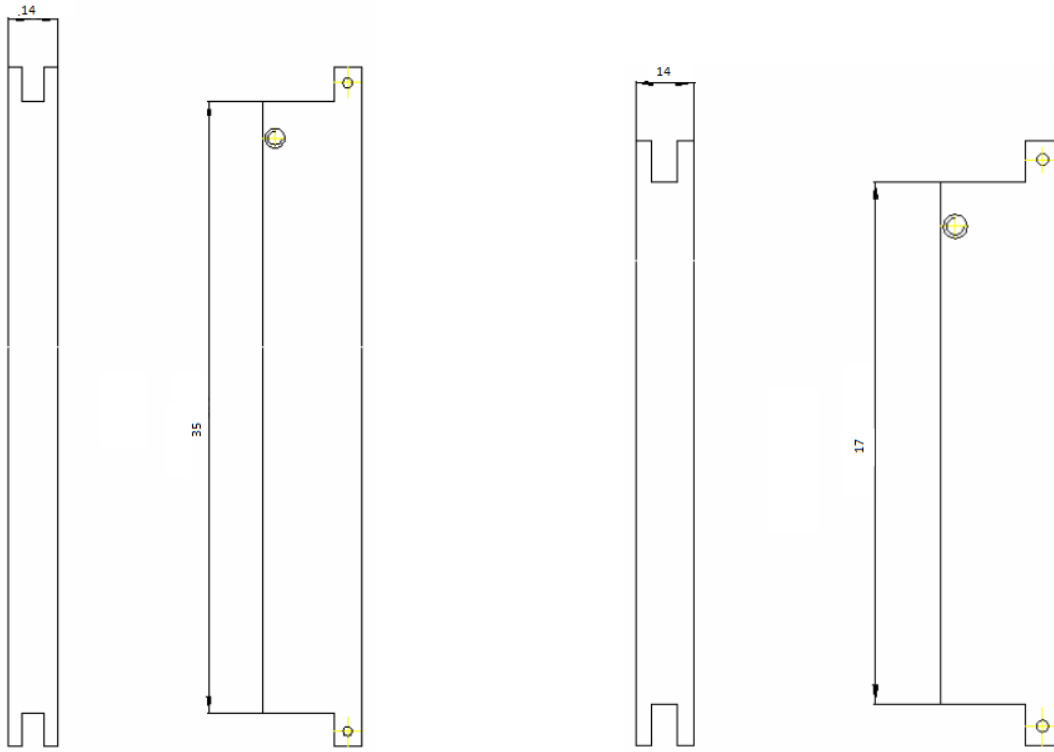


figura 37. Dimensiones de selladores utilizados

Sellado vertical	Sellado horizontal
$A_s = 14\text{cm} * 35\text{ cm}$ $A_s = 490\text{ cm}^2$ $F_s = 0.564 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} * 490\text{ cm}^2$ $F_s = 276.36\text{kgf}$	$A_s = 14\text{cm} * 17\text{cm}$ $A_s = 238\text{ cm}^2$ $F_s = 0.564 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} * 238\text{ cm}^2$ $F_s = 134.23\text{kgf}$

1.24.20 Selección de la bomba

La bomba es la encargada de suministrar un impulso al líquido para ser transportado automáticamente hacia un nivel de potencial más elevado. Es decir subir el líquido al tanque pequeño superior.

La bomba debe cumplir con algunos requisitos específicos del tema los cuales se nombra a continuación.

- Las partes que entran en contacto con el líquido deben de ser de acero inoxidable ya que es el único que cumple con las características técnicas de durabilidad, resistencia y sanidad.
- La presión ofrecida por la bomba no ha de ser muy elevada, mas sin embargo debe proporcionar la fuerza el fluido para empujarlo 2 metros arriba. Por lo tanto el cálculo de la potencia necesaria, se tiene en cuenta la altura a la que se lleva el líquido y el diámetro de la tubería con lo se obtiene la cantidad máxima de líquido que en un momento dado puede estar alojado en la tubería.

Con ello se encuentra el peso (fuerza) que tendrá el líquido y también la presión que esta columna de líquido genera en contra presión a la presión y fuerza que ejerce la bomba sobre el líquido.

Con la ecuación

$$P = \frac{F}{A}$$

Donde:

P: es la presión que tendrá que ejercer la bomba.

A: el área de la tubería.

$$F = m \cdot g$$

La fuerza es proporcional a la viscosidad del líquido. En laboratorio un litro de agua pesa 1 kg.

Se procede a calcular el área de la tubería, el diámetro seleccionado es de 1 pulgada

Se conoce que 1 pulgada = 2.54 cm

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A = 4.9 \text{ cm}^2$$

La altura de la bomba al tanque de suministro está a una altura de 2 metros

$$V = 4.9 \text{ cm}^2 * 200 \text{ cm}$$

$$V = 981 \text{ cm}^3$$

El volumen es igual a 1L es decir que su peso es 1 kg. Para el caso de una densidad similar al agua.

$$F = m \cdot g$$

$$F = 1 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F = 10 \text{ N}$$

Con la equivalencia se obtiene

$$1 \text{ N} = 0.101 \text{ kgf}$$

$$10 \text{ N} * 0.101 \text{ kgf} = 1.019 \text{ kgf}$$

Realizando la conversión se obtiene la presión necesaria de diseño

$$P = \frac{F}{A}$$

$$P = \frac{1.019 \text{ kgf}}{4.9 \text{ cm}^2}$$

$$P = 0.20 \text{ bar}$$

Con la conversión de: 1 bar = 14.50 psi

$$0.2 \text{ bar} * 14,50 \text{ psi} = 2.9 \text{ psi}$$

Se selecciona un valor comercial de 5 a 10 psi como la presión máxima que debe soportar la bomba.

1.24.21 Cálculo del caudal

Referente al flujo de líquido podemos decir que necesitaremos una bomba de flujo constante ya que se supone un proceso de encendido y apagado. De igual modo el uso de una reguladora de presión tampoco es necesario en vista que se utiliza un punto abierto a la entrada del líquido.

Lo que garantiza a la vez que no va a existir la posibilidad de una ruptura en la estructura y en el peor de los casos el líquido se va a derramar. Esto implica que la señal de los sensores dependerá el encendido y apagado de la bomba.

En cuanto al caudal que depende directamente del diámetro de la tubería y el flujo proporcionado en la bomba. Este caudal debe de ser suficiente para no obtener en ningún momento el trabajo realizado con la máquina.

En el sistema inicial se diseñó un tanque de 50L y se requiere empacarlos en bolsas de 500 ml.

Siendo de esta manera que el tanque cuenta con una cantidad de líquido de 50,000 ml y se empacan en bolsas de 500 ml la cantidad de bolsitas será:

$$\frac{50,000mlt}{500mlt} = 100 \text{ bolsitas}$$

Con una velocidad de llenado que dependerá del líquido a empacar y el sistema de dosificado.

Con 4s por empaque obtenemos un total de 400s lo que significa que la bomba debe cargar el tanque de 50L, en menor tiempo para que el sistema trabaje sin necesidad de detenerse.

Se redujo el tiempo por la mitad a 200s equivalente a 3.33 min. Para decir que el caudal será

Q: caudal

$$Q = \frac{50 \text{ lt}}{3.33\text{min}}$$

$$Q = 15 \text{ lpm}$$

1.24.22 Cálculo de potencia del motor para la bomba

$$P_{\text{motor}} = \frac{P * Q}{15}$$

$$P_{\text{motor}} = \frac{0.2 \text{ bar} * 15\text{lpm}}{15}$$

$$\text{potencia} = 0.2 \text{ KW}$$

La potencia del motor es 200 W, la equivalencia de se realiza una regla de tres simple.

$$1 \text{ H.P} = 745 \text{ W}$$

$$\frac{200 \text{ w} * 1 \text{Hp}}{745 \text{ w}} = 0.26 \text{ Hp}$$

De esta forma se ha de buscar en el catálogo una bomba de una potencia mayor que 0.26 HP. La bomba debe proporcionar un caudal a 15 lpm y una presión mayor a 3 bares.



Figura 38. Bomba seleccionada

1.25 Diseño estructural del banco de la maquina

Calculo de elementos de la estructura del banco

- Para determinar la sección del perfil adecuado se considera el análisis del esfuerzo para un solo elemento de la estructura del banco, el tramo es de
- Se toma en consideración todos los pesos de los elementos que conformaran la estructura de la máquina.

A continuación, se describen los elementos que conformaran el banco estructural

Equipo	cantidad	peso unitario (kg)	Total (kg)
Cilindro doble efecto	2	6	12
Válvulas neumáticas biestables	2	2	4
Válvula globo	1	0.4	0.4
Silenciadores	4	0.05	0.2
Sensor de aproximación	1	0.3	0.3
Sensor de nivel	2	0.4	0.8
Motor reductor	1	24	24
Rodillo de tensión de película	2	4.03	8.06
Rodillo de arrastre de película	2	0.68	1.36
Mordaza vertical	1	7	7
Mordaza horizontal	1	7	7
Tubo formador	1	10	10
Tubería neumática	6	0.094	0.564
Tanque de 50lts	1	2.5	2.5
Final de carrera de cilindro	4	0.3	1.2
Película de polietileno	1	2.18	2.18
Inyector 1 pulgada	1	34.6	34.6
Lamina de acero estructural de 2mm y calibre 13			113.05
TOTAL			229.214

Tabla 16 elementos que conforman el banco estructural

El peso cuando el tanque de agua de 50 lts está vacío, si el tanque estuviera lleno se sumaría 50 kg porque 1 lt de agua equivale a 1 kg entonces el peso sería 229.214 kg + 50 kg = 279.214 kg.

Nota: los pesos de cada uno de los accesorios fueron unos obtenidos de catálogos, los otros tales como los rodillos de tensión y arrastre, película de polietileno, tubo del inyector fueron calculados por el autor y que las medidas influyen en el peso de equipo.

1.25.1 Carga aplicada, las unidades se convirtieron al sistema ingles

Datos			
Parámetro	cant.	unidad	descripción
L	38,19	in	Longitud
Wa	615.39	Lb	Carga aplicada

Tabla 15

Se utiliza el método

Método **LRFD** (Load and Resistance Factor Design)

EL LRFD (Load and Resistance factor design) es un método que se utiliza para el diseño de estructuras de acero, este nos permite hacer de una manera más eficaz los diseños de estructuras. El diseño es por flexión

El análisis por flexión de una viga simplemente apoyada

La carga tendrá un porcentaje del 40% más de la carga original, debido a que es un factor de mayoracion de cargas del método que solo incluye carga muerta.

$$W_u = 1.4W_a \text{ Carga mayorada}$$

$$q_u = W_u/L \text{ Carga distribuida}$$

Calculando

W_u	861.546	Lb
q_u	22.56	Lb/in

1.25.1.1 *Calculo de Momento y cortante máximos*

$$V_{\max} = \frac{q_u L}{2} \text{ Cortante máximo}$$

$$V_{\max} = 430.77 \text{ lb}$$

$$M_{\max} = \frac{q_u L^2}{8} \text{ Momento máximo}$$

$$M_{\max} = 4112.81 \text{ lb} \cdot \text{in}$$

1.25.1.2 Diagramas de cortante, Momentos y deflexión.



Figura 40. diagramas de momento y cortante SAP2000

1.25.1.3 Determinación del módulo de sección.

M_{max} , es el momento flexionante máximo en la viga y $\sigma_{permisible}$ es el esfuerzo Máximo de Flexión permisible del material de tabla anexo.

Deflexión máxima

$$\Delta_{max} = \frac{L}{240}$$

$$\Delta_{max} = \frac{38.19in}{240} = 0.159in$$

calculando el momento de inercia mínimo

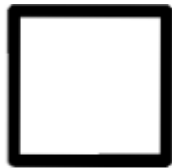
$$I = \frac{5qL^4}{384E\Delta_{max}}$$

Por lo tanto, sustituyendo este valor en la fórmula de la Inercia

$$I = 0,135 \text{ in}^4 \text{ mínimo}$$

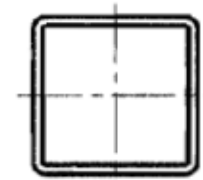
Se busca en las tablas del manual AISC 360-10 el momento de inercia mayor al requerido

1.25.1.4 selección del perfil



HSS4-HSS2

Table 1-12 (continued)
Square HSS
Dimensions and Properties



Shape	Design Wall Thickness, t	Nominal Wt.	Area, A	b/t	h/t	I	S	r	Z	Workable Flat	Torsion		Surface Area
											J	C	
	in.	lb/ft	in. ²			in. ⁴	in. ³	in.	in. ³	in.	in. ⁴	in. ³	ft ² /ft
HSS4×4×1/2	0.465	21.50	6.02	5.60	5.60	11.9	5.97	1.41	7.70	—	21.0	11.2	1.20
×3/8	0.349	17.20	4.78	8.46	8.46	10.3	5.13	1.47	6.39	2 ⁵ / ₁₆	17.5	9.14	1.23
×5/16	0.291	14.78	4.10	10.7	10.7	9.14	4.57	1.49	5.59	2 ⁵ / ₈	15.3	7.91	1.25
×1/4	0.233	12.18	3.37	14.2	14.2	7.80	3.90	1.52	4.69	2 ⁷ / ₈	12.8	6.56	1.27
×3/16	0.174	9.40	2.58	20.0	20.0	6.21	3.10	1.55	3.67	3 ³ / ₁₆	10.0	5.07	1.28
×1/8	0.116	6.45	1.77	31.5	31.5	4.40	2.20	1.58	2.56	3 ⁷ / ₁₆	6.91	3.49	1.30
HSS3 1/2×3 1/2×3/8	0.349	14.65	4.09	7.03	7.03	6.49	3.71	1.26	4.69	—	11.2	6.77	1.07
×5/16	0.291	12.65	3.52	9.03	9.03	5.84	3.34	1.29	4.14	2 ¹ / ₈	9.89	5.90	1.08
×1/4	0.233	10.48	2.91	12.0	12.0	5.04	2.88	1.32	3.50	2 ³ / ₈	8.35	4.92	1.10
×3/16	0.174	8.13	2.24	17.1	17.1	4.05	2.31	1.35	2.76	2 ¹¹ / ₁₆	6.56	3.83	1.12
×1/8	0.116	5.60	1.54	27.2	27.2	2.90	1.66	1.37	1.93	2 ¹⁵ / ₁₆	4.58	2.65	1.13
HSS3×3×3/8	0.349	12.09	3.39	5.60	5.60	3.78	2.52	1.06	3.25	—	6.64	4.74	0.900
×5/16	0.291	10.53	2.94	7.31	7.31	3.45	2.30	1.08	2.90	—	5.94	4.18	0.917
×1/4	0.233	8.78	2.44	9.88	9.88	3.02	2.01	1.11	2.48	—	5.08	3.52	0.933
×3/16	0.174	6.85	1.89	14.2	14.2	2.46	1.64	1.14	1.97	2 ³ / ₁₆	4.03	2.76	0.950
×1/8	0.116	4.75	1.30	22.9	22.9	1.78	1.19	1.17	1.40	2 ⁷ / ₁₆	2.84	1.92	0.967
HSS2 1/2×2 1/2×5/16	0.291	8.40	2.35	5.59	5.59	1.82	1.46	0.880	1.88	—	3.20	2.74	0.750
×1/4	0.233	7.08	1.97	7.73	7.73	1.63	1.30	0.908	1.63	—	2.79	2.35	0.767
×3/16	0.174	5.57	1.54	11.4	11.4	1.35	1.08	0.937	1.32	—	2.25	1.86	0.784
×1/8	0.116	3.90	1.07	18.6	18.6	0.998	0.799	0.965	0.947	—	1.61	1.31	0.800
HSS2 1/4×2 1/4×1/4	0.233	6.23	1.74	6.66	6.66	1.13	1.01	0.806	1.28	—	1.96	1.85	0.683
×3/16	0.174	4.94	1.37	9.93	9.93	0.953	0.847	0.835	1.04	—	1.60	1.48	0.700
×1/8	0.116	3.47	0.956	16.4	16.4	0.712	0.633	0.863	0.755	—	1.15	1.05	0.717
HSS2×2×1/4	0.233	5.38	1.51	5.58	5.58	0.747	0.747	0.704	0.964	—	1.31	1.41	0.600
×3/16	0.174	4.30	1.19	8.49	8.49	0.641	0.641	0.733	0.797	—	1.09	1.14	0.617
×1/8	0.116	3.04	0.840	14.2	14.2	0.486	0.486	0.761	0.584	—	0.796	0.817	0.633

Tabla 17. Perfiles HSS Manual AISC 360-10

Rectangular HSS (Tube) Section Properties from AISC Version 13.0 CD Database (Dec. 2005) and AISC 13th Edition Manual (Dec. 2005)									
Shape	A	h	b	t(nom)	t(des)	wt./ft.	b/t	h/t	I _x
HSS2X2X1/8	0,840	2	2	0,125	0,116	3,04	14,2	14,2	0,486

Tabla 18 Datos referentes al perfil HSS

Se usará un perfil tubular rectangular por ser mejor para diseños de vigas, el tipo de acero es A-36 es el más usual en el mercado, acero laminado en caliente.

Se calcula el esfuerzo máximo

$$\sigma_{max} = \frac{MC}{I} = \frac{M}{S}$$

Se sustituye el momento máximo y el módulo de sección para encontrar el esfuerzo máximo a la flexión que soporta los miembros de las vigas.

$$\sigma_{max} = \sigma_{Permissible}$$

$$\sigma_{max} = 6875,77 \text{ lb/ in}^2$$

Se divide entre 2, porque son dos elementos del mismo perfil que soportan la carga

$$\sigma_{perm} = 3437,89 \text{ lb/ in}^2$$

Se calcula el factor de seguridad

$$F_s = \frac{\sigma_{A-36}}{\sigma_{max}}$$

$$F_s = 5,2$$

Obtenido el dato del factor de seguridad indica que la estructura puede soportar 5 veces más su propia carga, sin sufrir algún tipo de deformación.

1.26 Diseños de los tanques de abastecimiento y suministro

1.26.1 Selección del tanque de abastecimiento

Sea seleccionado un tanque de la marca ROTOPLAS fabricado con tecnología de punta y que debido a su excelente calidad en la materia prima utilizada conservan el agua sin guardar ningún tipo de olor o sabor con recubrimiento bacteriano que contiene una capacidad de almacenamiento de 2000lts de líquido las dimensiones de dicho tanque son: altura de 178 cm con diámetro de 150cm.



Figura 40 Tanque de abastecimiento

1.26.2 Tanque de alimentación principal

El tanque de alimentación principal hace referencia a todo el conjunto en el que se deposita el líquido ya listo para el seguido empaque. Este sistema consiste en un tanque de acero inoxidable ubicado en la parte superior de la máquina que proporciona la entrada del líquido al punto dosificador por gravedad.

1.26.3 Procedimiento de cálculo

Las dimensiones para cada una de las partes vendrán determinadas en función de la altura de la carcasa cilíndrica H son las siguientes proporciones: este tanque tendrá una capacidad de almacenamiento de 20 galones que equivalen a 76Lts.

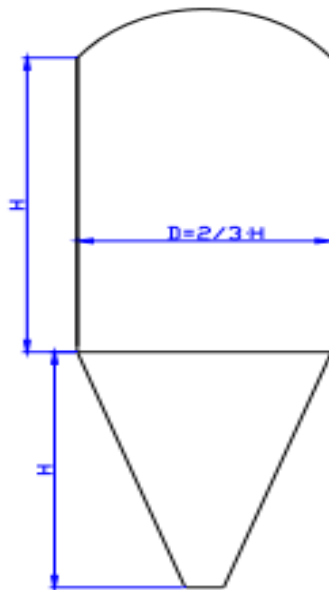


Figura 41 tanque de diseño

Se ha decidido que la altura del tanque total y el diámetro del tanque estarán en función de las dimensiones de la lámina de acero que tiene dimensiones de 96 pulgadas de largo y 48 pulgadas de ancho, el espesor de la máquina es de 1.5mm.

$$H = 53''$$

$$D = 20''$$

1.26.3.1 *Volumen del tanque*

$$V_{\text{Cilindro}} = \pi * R^2 * H$$

$$V_{\text{Cilindro}} = \pi * (10)^2 * (30)$$

$$V_{\text{Cilindro}} = 9424.7 \text{ in}^3$$

$$V_{\text{Cono}} = \frac{1}{3} \pi R^2 H_{\text{Cono}}$$

$$V_{\text{Cono}} = \frac{1}{3} \pi * (10^2) * (15)$$

$$V_{\text{Cono}} = 1570.7 \text{ in}^3$$

$$V_{\text{Cabeza}} = (\pi * D^2 * H_{\text{Cabeza}})/6$$

$$V_{\text{Cabeza}} = (\pi * 20^2 * 8)/6$$

$$V_{\text{Cabeza}} = 1675.5 \text{ in}^3$$

$$V_{\text{Total del tanque}} = V_{\text{Cilindro}} + V_{\text{Cono}} + V_{\text{Cabeza}}$$

$$V_{\text{Total del tanque}} = 9424.7 + 1570.7 + 1675.5$$

$$V_{\text{Total del tanque}} = 12670.37 \text{ in}^3$$

$$H_{\text{Total del tanque}} = H_{\text{Cilindro}} + H_{\text{Cono}} + H_{\text{Cabeza}}$$

$$H_{\text{Total del tanque}} = 30" + 15" + 8" = 53 \text{ in}$$

Se ha de tener en cuenta que los recipientes por seguridad estarán llenos como máximo al 80 %, por lo que habrá que tenerlo en cuenta a la hora de establecer sus dimensiones.

1.26.4 Conexiones y elementos específicos del tanque.

El tanque dispone de un rebose y un drenaje. El tanque contiene sensores para medir el nivel de agua.

Entrada de caudal. Una tubería situada en la parte alta del tanque suministra agua proveniente del tanque de abastecimiento.

Dos sensores de presión diferencial, (redundancia) situados cerca del fondo

Vaciado del tanque: Al vaciar el tanque, se crea un vacío interior que

Se ha de compensar con la entrada de aire del exterior evitando el problema

De inestabilidad en las paredes y techo.

Drenaje: Una tubería situada cerca del fondo que permite evacuar el agua Almacenada. También es útil para obtener muestras de la calidad del agua y Para controlar la presión interior.

Rebose: Una tubería situada cerca del techo que permite la evacuación del Agua si supera el nivel máximo establecido en las condiciones de diseño.



Figura 42. Elementos que componen al tanque

CAPITULO V Lógica de control del proceso.

1.27 Automatización

1.27.1 Automatización industrial

Es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias o procesos industriales. Como una disciplina de la ingeniería más amplia que un sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores, los transmisores de campo, los sistemas de transmisión y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

Es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- Parte de Mando
- Parte Operativa

La Parte Operativa: es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores...y los captadores como fotodiodos, finales de carrera.

La Parte de Mando: suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

Todo sistema automatizado está formado por tres partes claramente diferenciadas, a saber:

1. La parte operativa o proceso que se desea controlar.
2. La parte de control o controlador utilizado para gobernar la parte operativa de la manera deseada.
3. La parte de supervisión y explotación del sistema que servirá de interfaz entre el operador y el sistema automatizado.

Genéricamente a esta función se le conoce con el acrónimo HMI del inglés “Human Machine Interface” o interfaz hombre máquina. Para llevar a cabo el correcto intercambio de información entre las distintas partes que integran un sistema automatizado son necesarias una serie de interfaces o líneas de comunicación.

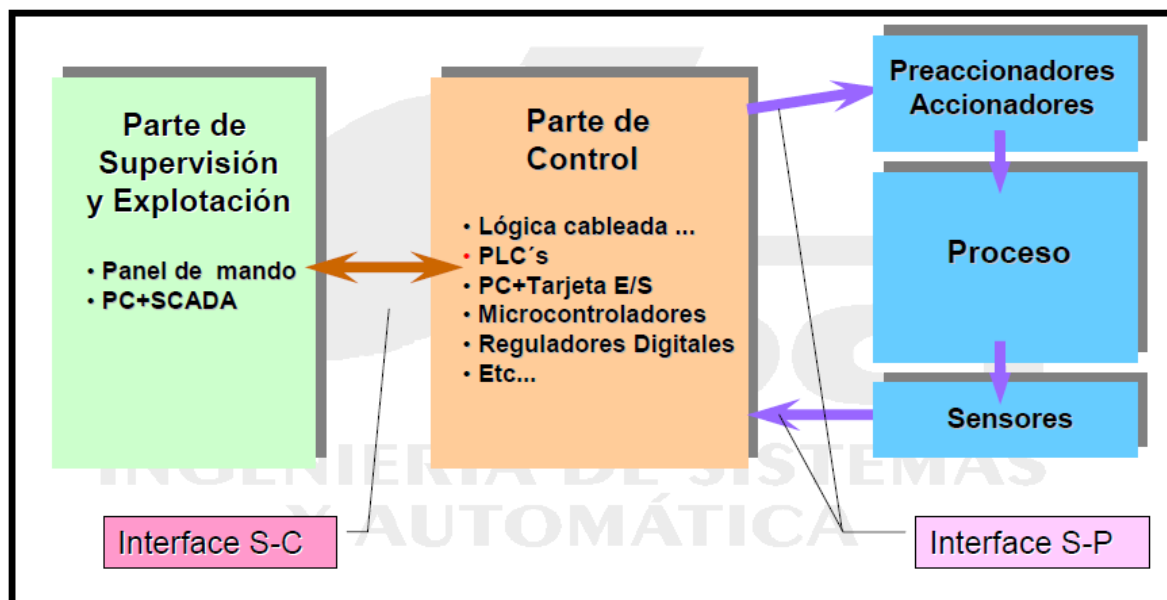


Figura 43. Esquema general de un sistema automatizado

1.28 Automatización en la industria alimenticia

Automatizar la producción significa traspasar las tareas recurrentes realizadas por una persona a una máquina. La medida en la que las máquinas van sustituyendo a las personas es un indicador del nivel de automatización. Cuanto más alta sea la especialización del producto, tanto más provechoso es un nivel alto de automatización. Se habla de una automatización parcial si en algunas etapas las tareas son traspasadas a máquinas mientras que las personas siguen manejando el resto de los procesos. En una producción completamente automatizada las máquinas cumplen todas las etapas mientras que las personas mantienen los programas electrónicos, supervisan el flujo de producción e intervienen en casos de fallos en el sistema.

De manera general, en primer lugar y a favor de la automatización está el interés en aumentar la productividad y la rentabilidad; los productores en la industria alimentaria, por ejemplo, podrían intentar producir con la mejor calidad posible y a un coste más bajo.

En el sector alimenticio Al reducir el contacto directo con el producto, una producción automatizada es más higiénica y evita casi en su totalidad riesgos de contaminación del producto.

1.28.1 Objetivos de la Automatización

En las últimas décadas se ha seguido la tendencia de automatizar de manera progresiva procesos productivos de todo tipo. Esta tendencia ha sido y sigue siendo posible gracias al desarrollo y bajo costo de la tecnología necesaria.

Los objetivos son:

- **Costos más bajos**
 - ✓ Economizando mano de obra
 - ✓ Economizando material
 - ✓ Economizando energía
- **Mejor calidad del producto**
 - ✓ Limitando el factor humano

✓ Controles automatizados

- **Mejorar la competitividad del producto directa o indirectamente**

- ✓ Costo
- ✓ Calidad (fiabilidad, duración)
- ✓ Innovación
- ✓ Disponibilidad

Estos requisitos se han convertido en requisitos indispensables para mantener la competitividad, por lo que el aumento del nivel de automatización de los procesos es simplemente una necesidad para sobrevivir en el mercado actual.

1.28.2 Elementos de una instalación automatizada

- Maquina

Conjunto de mecanismos que ejecutan procesos, transformaciones, traslados de la materia prima.

- Elementos de mando

Dispositivos de cálculo y control que dirige todo el proceso industrial. Estos dispositivos suelen ser los autómatas programables u ordenadores de control industrial.

1.28.3 Controlador lógico programable (PLC)

Un controlador lógico programable es toda máquina electrónica, diseñada para controlar procesos de secuencia en tiempo real y en un medio industrial.

Un PLC usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas tales como: lógicas, secuenciación, registro y control de tiempos.

1.28.4 Estructura física

La estructura física o estructura externa de un PLC se refiere al aspecto físico del mismo o elementos en que está dividido.

1.28.4.1 Estructura modular

La estructura de ese tipo de autómatas se divide en módulos o partes del mismo que realizan funciones específicos. La estructura modular (ver figura 2) se emplea más frecuentemente en aplicaciones industriales. Los módulos son desmontables y el sistema la posibilidad de expandirse en entradas y salidas tanto digitales como análogas.



Figura 44.

1.28.4.2 Estructura del PLC

La estructura básica se puede representar por medio del diagrama de bloques que se muestra en la figura.

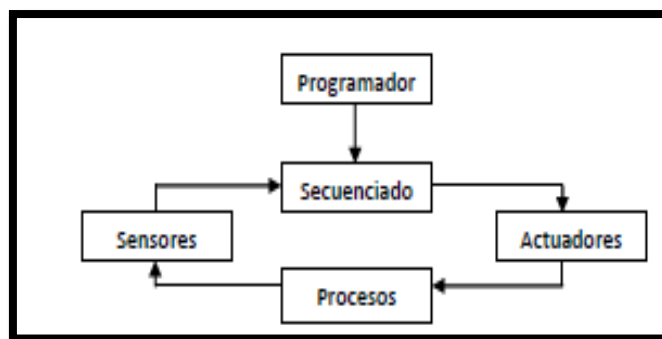


Figura 45.

1.28.5 Ventajas de las automatización al utilizar un PLC

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos
- Emplea menor tiempo de realización y menor coste de mano de obra de instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la facilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos PLC pueden detectar e indicar averías.

1.28.6 Logo

Es un módulo lógico, es decir, un controlador programable que permite que sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo.

1.28.6.1 *Funcionamiento*

LOGO le vas a dar como datos de entrada una serie de señales, las cuales van a ser procesadas en el programa, y el LOGO va a dar unos datos de salida.

Esto en el mundo real se traduce en unos pulsadores, manetas, sensores etc. (datos de entrada), un procesamiento en el LOGO y una activación o no de salidas de relé (datos de salida).

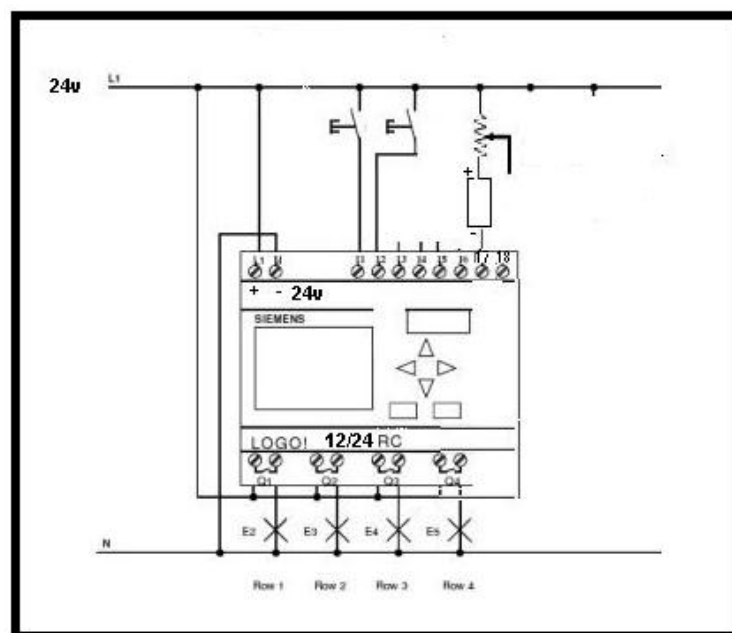


Figura 44. LOGO

1.28.6.2 **Ventajas**

- Son aparatos asequibles en precio.
- Por ser programable, es flexible y versátil. Puedes hacer muchas cosas con ellos.
- Ahorra mucho cableado.
- Es mucho más fácil de mantener en caso de tener que realizar modificaciones.
- Es escalable: se pueden añadir más o menos entradas y salidas.
- Puede tener una pantalla asociada de mando.

En el diseño de la automatización se seleccionó un logo OBA8 siemens, por las características mencionadas y por su bajo costo.

Una de los parámetros de selección son las salidas que vaya a tener el logo, el cual contara con 4 salidas las cuales se expresan en el lenguaje lógico.

Una de las dificultades que presenta este equipo es la necesidad de programar un lenguaje lógico para su funcionamiento.



Figura 45. LOGO siemens

1.28.7 Lenguaje LADDER

Es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. De este modo, con los conocimientos que todo técnico eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje.



Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA	Se activa cuando hay un uno lógico en el elemento que representa; esto es, una entrada (para captar información del proceso a controlar), una variable interna o un bit de sistema.
	Bobina NC	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un cero lógico. Su activación equivale a decir que tiene un cero lógico. Su comportamiento es complementario al de la bobina NA.

Tabla 17

1.28.7.1 Construcción del lenguaje LADDER de maquina empacadora

Capturas de pantalla del Lenguaje programable de maquina empacadora realizado en el programa logosoft.

Diagrama de flujo del sistema

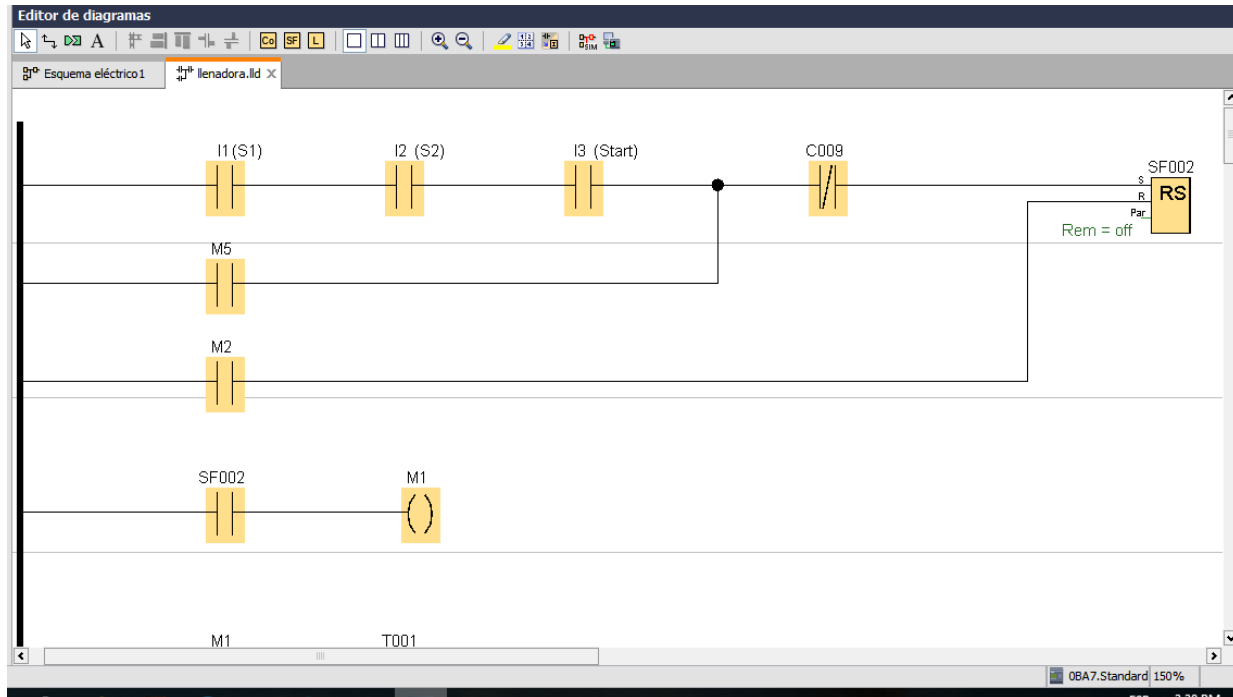


figura a

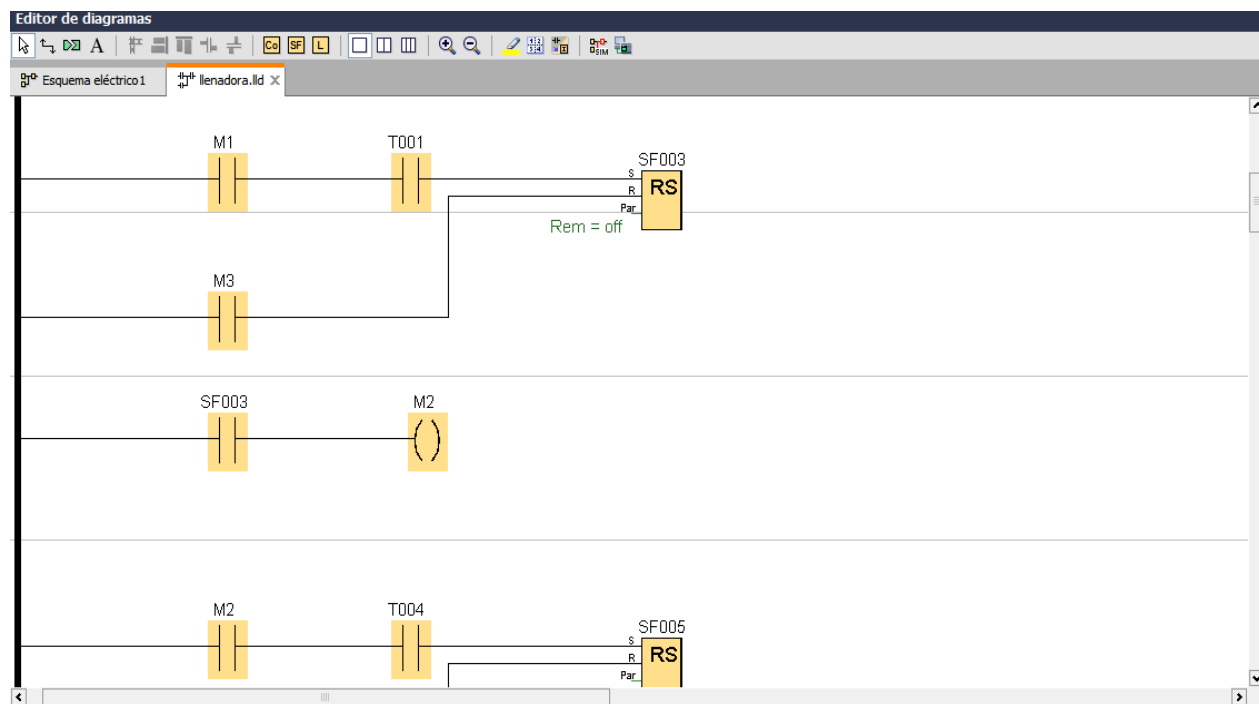


figura. b

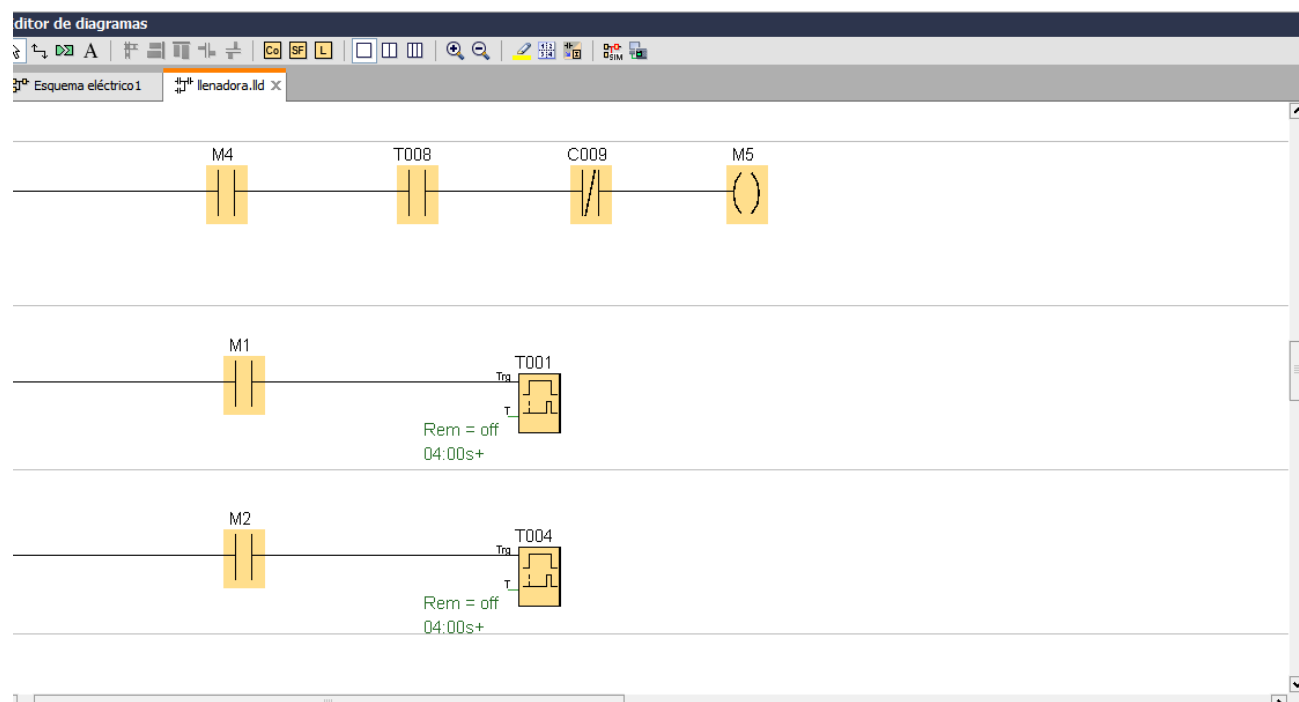


figura c

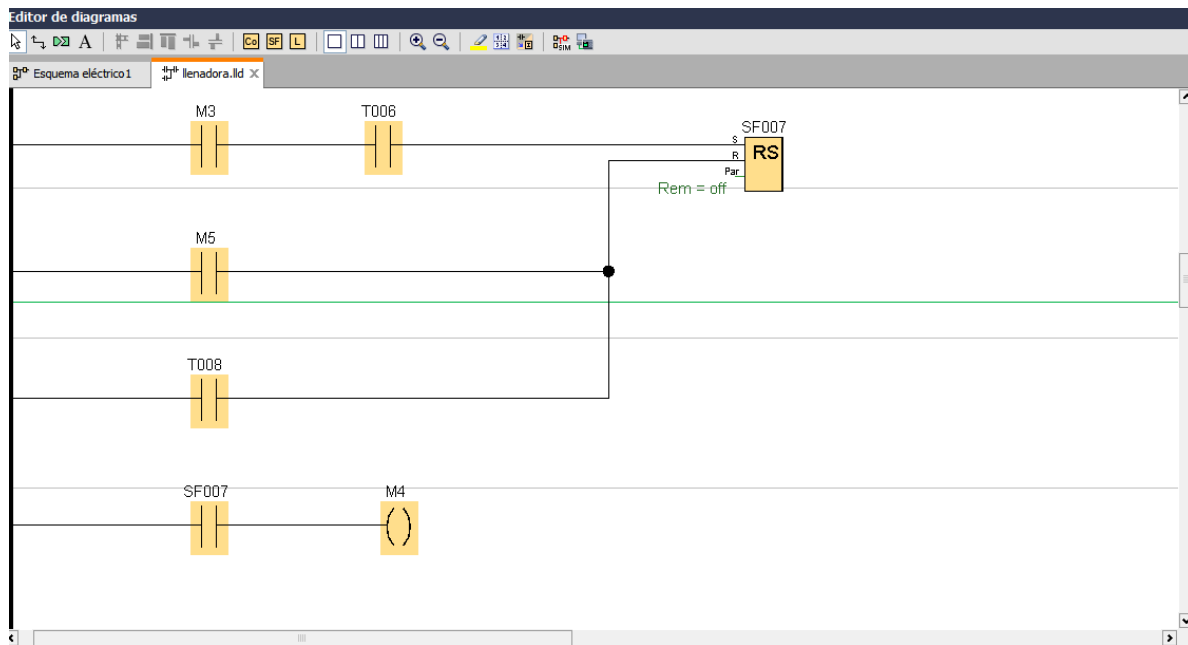


figura d.

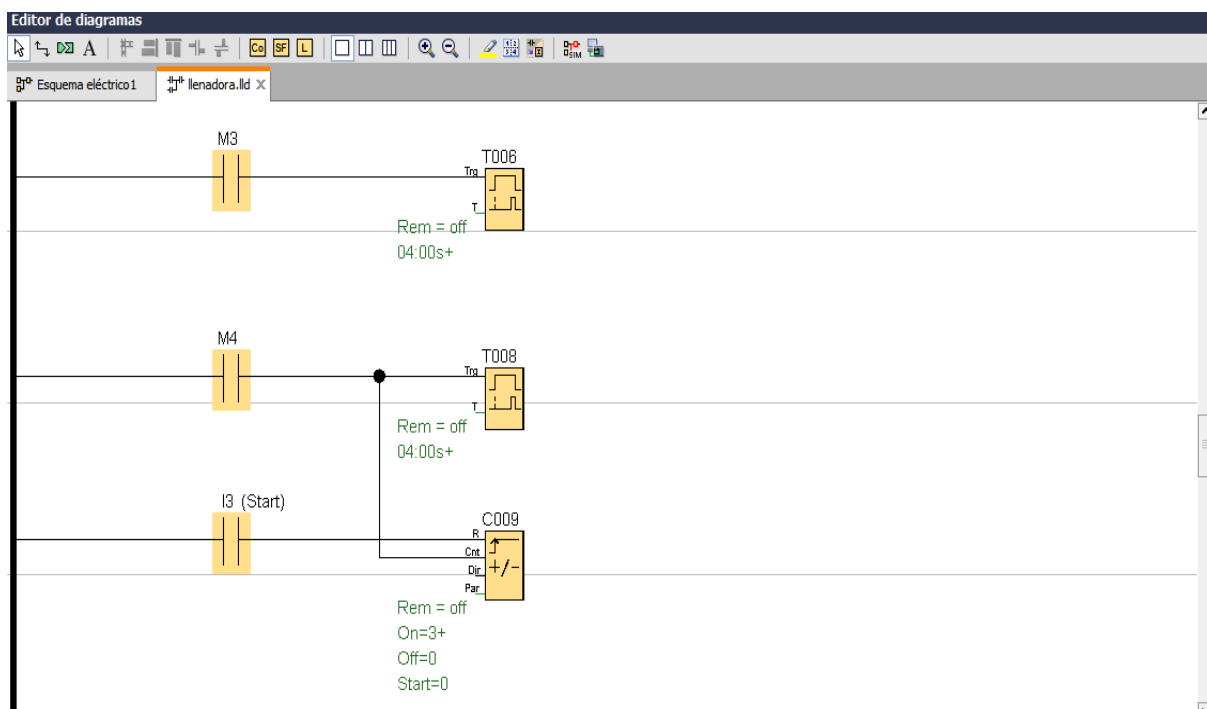


figura e.

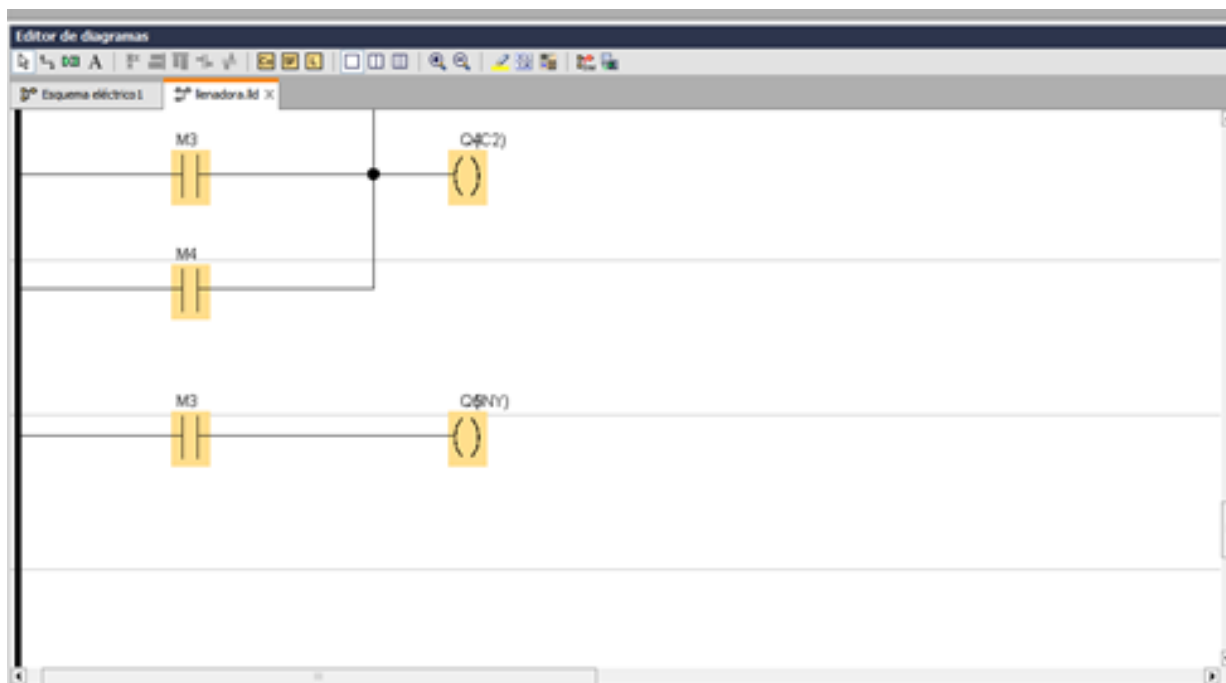


figura. f

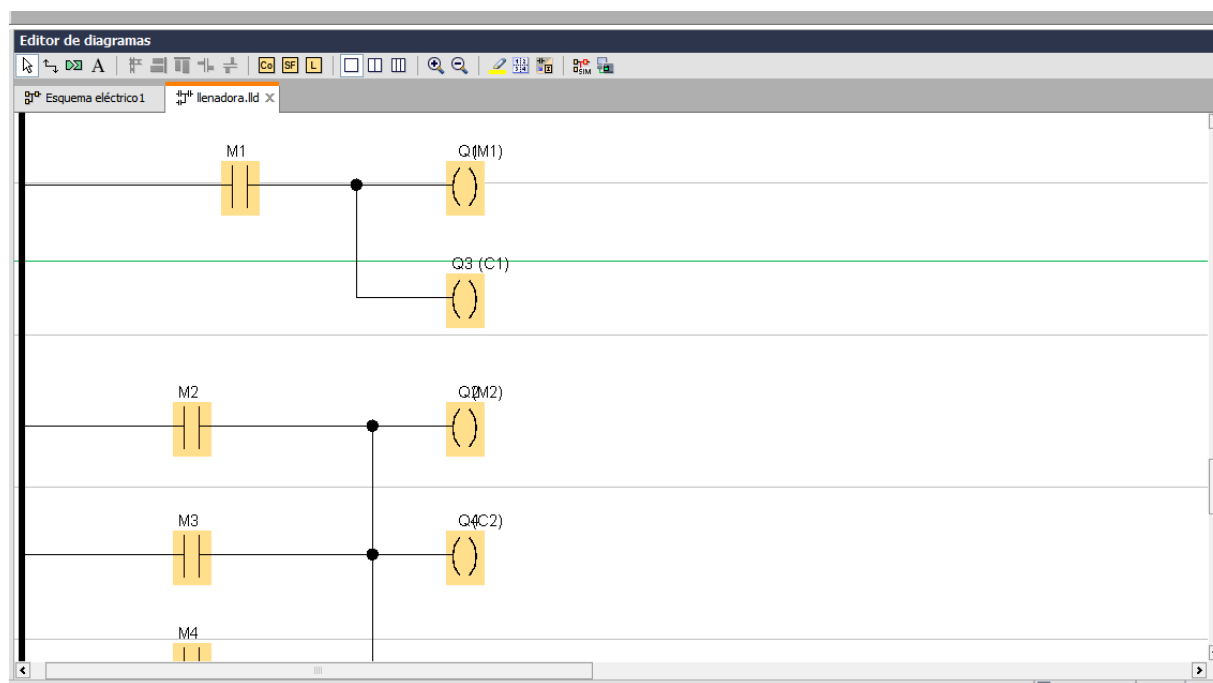


figura. g

1.28.7.2 *Descripción del proceso*

Los ciclos de la maquina son cuatro etapas y su programación consiste:

Primera etapa

En la primera etapa se dice que S1, S2, start.

Activa etapa 1

Segunda etapa

Si activa etapa 1, y transcurren 0.5s activa etapa 2 y resetea etapa 1.

Etapas 3

Si activa etapa 2, y pasan 1.5s activa etapa 3, resetea etapa 2

Etapas 4

Si etapa 3, pasan 1.5s, activa etapa 4 y resetea etapa 3.

Etapas 5

Si activa etapa 4, y pasan 0.5s, activa etapa 5 y resetea etapa 4.

Si etapa 5 está activa y si el contador es menor a 16 activa etapa 1 y resetea etapa 5.

Así el ciclo se repite de manera continua

CAPITULO VI Costos de construcción

Uno de los más importantes factores que se consideraron en el diseño es el costo total de la máquina, puesto que de acuerdo a este resultado se determinara si es rentable o no el diseño de dicha maquina o si es competitivo frente a sistemas fabricados por otras empresas, y es un factor que debe ser considerado en el estudio de mercados. Además, sirve como base para asignarle un precio en el comercio.

Para determinar el costo de fabricación de la maquina empacadora, es necesario tomar en cuenta los siguientes costos.

1. Materiales mecánicos
2. Elementos eléctricos
3. Elementos neumáticos
4. Programación del PLC

A continuación, se muestra una lista detallada de todas las partes, sus cantidades y costos. Todos los materiales fueron cotizados en el mercado Local con los dos proveedores más reconocidos en nuestro país en la Industria de la Automatización y Control Industrial como lo es ASCISA que distribuye la marca alemana FESTO, SIEMENS y EMASAL que distribuye la marca JaponesaSMC.

La tabla muestra en detalle la cuantificación de costos. El costo que aparece en esta tabla es el costo total de la pieza.

COMPONENTES INDUSTRIALES EMASAL				
COMPONENTES NEUMATICOS				
ELEMENTOS	CODIGO	CANTIDADES	PREC.UNITARIO	SUBTOTAL
CILINRDO DE DOBLE EFECTO	002-009-134	2	\$200.00	\$400.00
VALVULA DE SEGURIDAD	235-690-555	1	\$15.33	\$15.33
MANGUERAS NEUMATICAS	567-901-444	30	\$1.20	\$36.00
UNIDAD DE MANTENIMIENTO	003-090-134	1	\$68.72	\$68.72
VALVULAS REGULADORAS DE CAUDAL	218-904-333	8	\$100.00	\$800.00
RACORES EN T	699-943-551	3	\$4.25	\$12.75
COMPRESOR	569-003-124	1	\$352.00	\$352.00
SILENCIADOR	890-147-934	8	\$3.10	\$24.80
RACOR RECTO MACHO	709-865-478	23	\$2.32	\$53.36
TIJERA PARA CORTAR MANGUERA	190-456-987	2	\$37.84	\$75.68
VALVULAS DE PASO	457-859-902	4	\$118.00	\$472.00
TOTAL				\$2,310.64

Tabla 19 costos de componentes neumáticos

COMPONENTES INDUSTRIALES EMASAL				
COMPONENTES ELECTRICOS				
ELEMENTOS	CODIGO	CANTIDADES	PREC.UNITARIO	SUBTOTAL
FUENTE DE ALIMENTACION	333-278-901	1	\$103.0	\$103.00
BOTON PULSADOR NEUMATICO ABIERTO	001-009-987	2	\$60.0	\$120.00
BOTON PULSADOR NEUMATICO CERRADO	004-956-655	2	\$60.0	\$120.00
FINAL DE CARRERA ELÉCTRICA	458-958-903	2	\$95.4	\$190.80
ELECTROVÁLVULA 5/2 BIESTABLE	219-904-332	2	\$140.8	\$281.60
MOTOREDUCTOR HYPONIC 1/4 hp 1430 21.88 RPM	24VDC2AFA-DID	1	\$700.0	\$700.00
BOTON PARO DE EMERGENCIA	003-090-234	1	\$80.0	\$80.00
INDICADOR VISUAL LED	235-690-555	5	\$81.9	\$409.45
CABLE DE CONEXIÓN 1M COLOR NEGRO	890-147-934	15	\$27.7	\$415.05
CABLE DE CONEXIÓN 1M COLOR ROJO	699-943-551	15	\$27.7	\$415.05
MORDAZAS CFN(PAREJA) HORIZONTAL Y VERTICAL	002-009-134	2	\$200.0	\$400.00
TABLERO DE DISTRIBUCION	567-901-444	1	\$350.0	\$350.00
RELE	128-098-777	5	\$84.0	\$419.90
SENSOR INDUCTIVO	457-859-902	5	\$82.5	\$412.25
MOTOBOMBA DE AGUA	298-906-000	1	\$120.0	\$120.00
CONTROLADOR LOGO	218-904-333	1	\$156.0	\$156.03
TOTAL				\$4,693.13

Tabla 20. costos de componentes eléctricos

COSTOS DE MATERIALES MECANICOS				
COMPONENTES MECANICOS ACEROS ROAG				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES	PREC.UNITARIO	SUBTOTAL
TUBO FORMADOR DE ACERO 316 DE DE 1 PULG DE DIAMETRO	1	U	\$80,00	\$80,00
TUBO SOLIDO PARA SOPORTE DEL TANQUE PRINCIPAL	2	U	\$30,00	\$60,00
CUELLO FORMADOR DE ACERO	1	U	\$145,00	\$145,00
LAMINA DE ACERO INOXIDABLE PARA EL DISEÑO DEL TANQUE	1	U	\$280,00	\$280,00
RODILLOS TENSORES DEL EMPAQUE DE 1.6cm	2	Mt	\$120,00	\$240,00
RODILLOS DE DESPLIEGUE DEL PAPEL	2	Mt	\$120,00	\$240,00
ANGULAR 2"X1/8"X6m Y DE 2"X1/4"X6m	8	U	\$150,00	\$1.200,00
RUEDAS DE CAUCHO DE 8 Cm	1	U	\$15,00	\$15,00
LAMINAS DE ALUMINIO	3	U	\$150,00	\$450,00
PERNOS,ARANDELAS, SOLDADURAS	20	U	\$10,00	\$200,00
PERNOSM10 DE SUJECION	3	LBS	\$18,00	\$54,00
LAMINAS DE ACERO 316 GRADO ALIMENTICIO	5	U	\$300,00	\$1.500,00

TOTAL **\$2.978,00**

Tabla 21. costos de componentes mecánicos

COSTOS INDIRECTOS

Costo de mecanizado y ensamblaje				
Maquina	Tiempo empleado(h)		Costo normal(USD/h)	Costo Total(USD)
Torno	20.75		\$4.20	\$87.15
Fresadora	30.50		\$4.60	\$140.30
Soldadora Eléctrica	2.25		\$2.92	\$6.57
Soldadora TIG	6.00		\$2.92	\$17.52
Herramienta menor (Sierra, taladro)	5.00		\$2.00	\$10.00
Ensamblaje	10.20		\$2.90	\$29.58
Varios(Pulido,limpieza,pintura,corte)	15.90		\$2.00	\$31.80
Subtotal			Subtotal	\$322.92
Costos de materiales indirectos				
Detalle	Unid.	Cantidad	Costo unitario(USD)	Costo Total(USD)
Argón	m3	1.50	\$15.23	\$22.85
Aporte A304 1/16"	u.	12.00	\$0.42	\$5.04
Disco de corte INOX4 1/2 x 1/32	u,	2.00	\$0.60	\$1.20
Pintura IMPRIPOL Fondo	gl	0.50	\$40.00	\$20.00
Pintura ACRIPOL Acabado	gl	0.50	\$58.00	\$29.00
Lija grano medio	u	2.00	\$0.80	\$1.60
Electrodo 6011 1/8	kg	2.00	\$0.65	\$1.30
Limpiador químico desoxidante	ltr	1.00	\$15.00	\$15.00
Limpiador químico WURDS	ltr	0.25	\$46.50	\$11.63
Gratas de 6" x 2"	u	1.00	\$18.00	\$18.00
			Subtotal	\$125.61

Tabla 22. costos de mecanizado, embalaje y materiales indirectos

Mano de obra indirecta			
Detalle	Tiempo empleado(h)	Costo(USD/h)	Costo Total(USD)
Ingeniería y Diseño	100.00	\$ 4.50	\$ 450.00
Dibujo de planos	30.00	\$ 2.00	\$ 60.00
Supervisión	20.00	\$ 3.20	\$ 64.00
Subtotal			\$ 574.00

Otros costos indirectos		
Tiempo de fabricación(h)	Factor por gastos indirectos	Subtotal(USD)
182.50	3.50	\$638.75

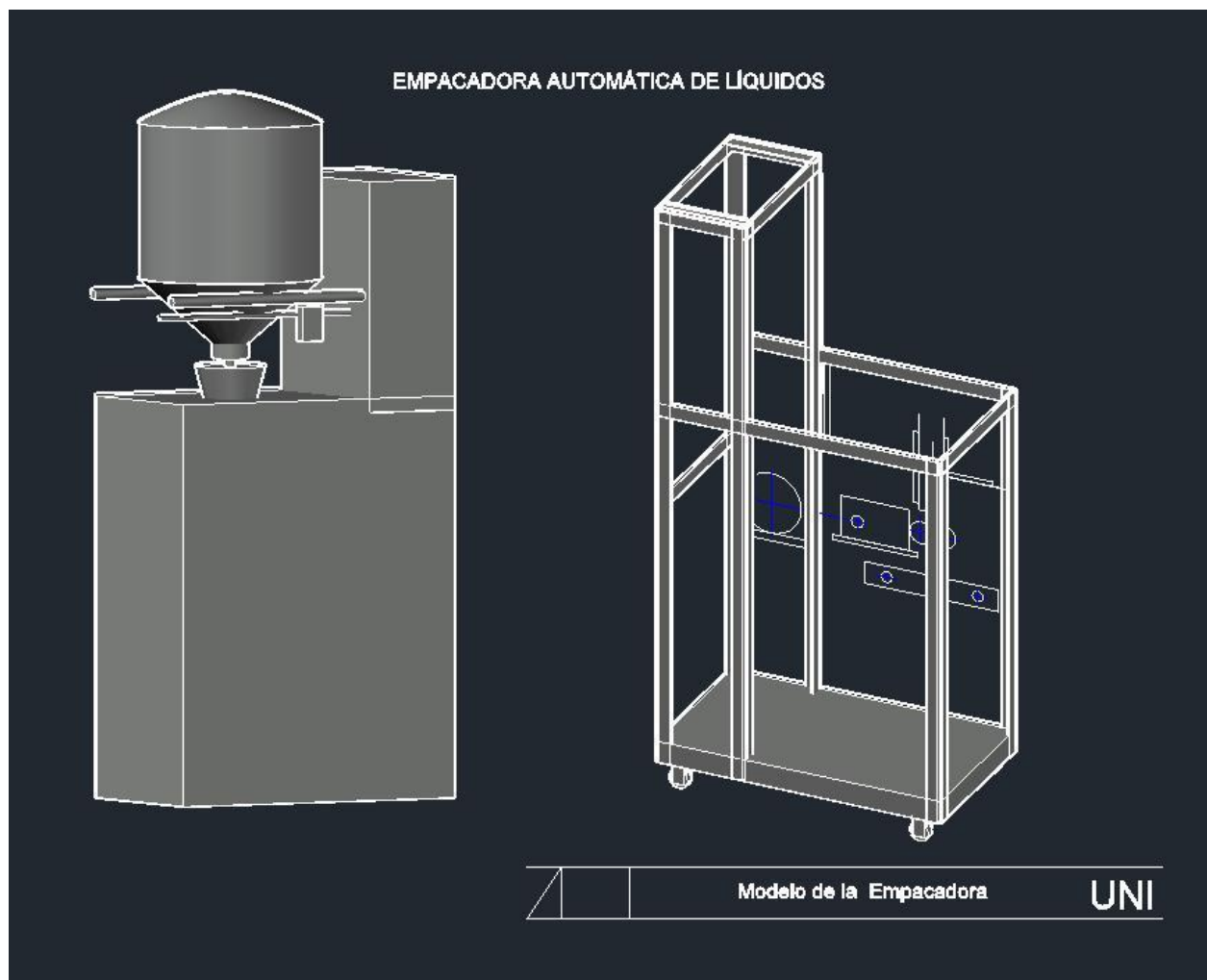
TOTAL, DE COSTOS INDIRECTOS	\$1,661.28
------------------------------------	-------------------

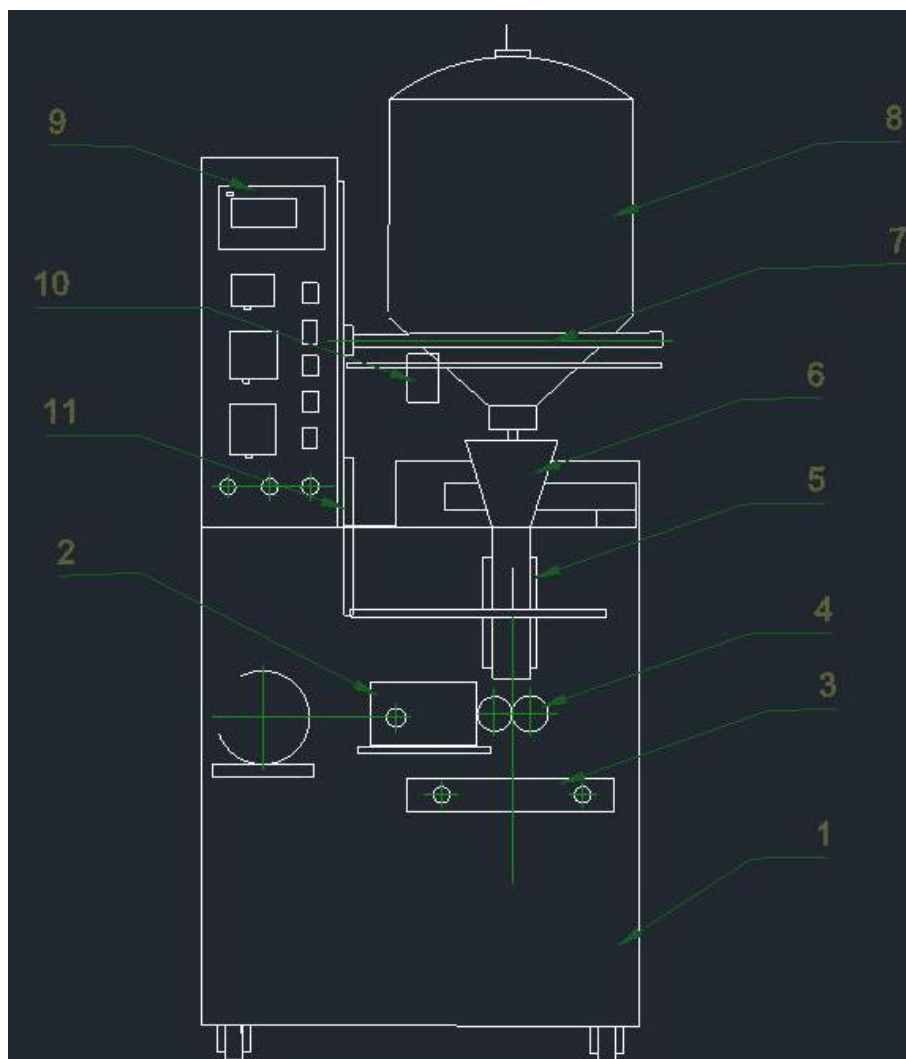
COSTO FINAL DE LA MAQUINA EMPACADORA AUTOMATIZADA

COSTO FINAL	\$11,603.05
--------------------	--------------------

Tabla 23. costo total

CAPITULO VII Planos de la maquina empacadora





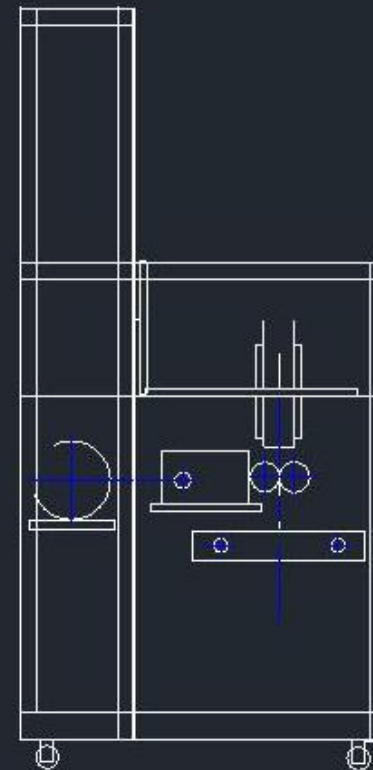
EMPACADORA AUTOMÁTICA DE LÍQUIDOS

1. Estructura
2. Reductor
3. Sellado y corte
4. Rodillos de avance
5. Sellado Vertical
6. Cuello formador
7. Rodillo centrador
8. Tolva
9. Tablero control
10. Sensor óptico
11. Tensor sensor

COMPONENTES

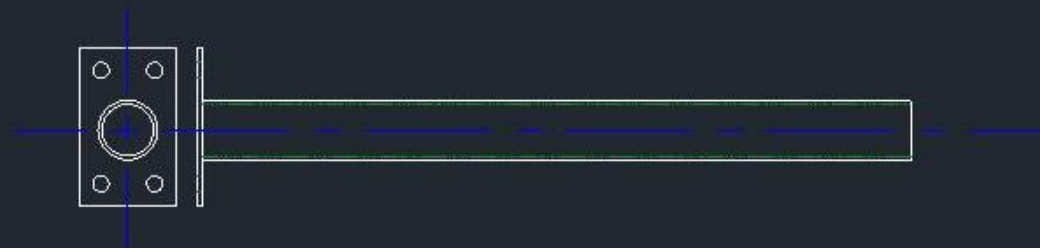
UNI

EMPACADORA AUTOMÁTICA DE LÍQUIDOS



/	BASTIDOR	UNI
		Eec. 1:10

EMPACADORA AUTOMÁTICA DE LÍQUIDOS



/	Soporte de mordaza	UNI

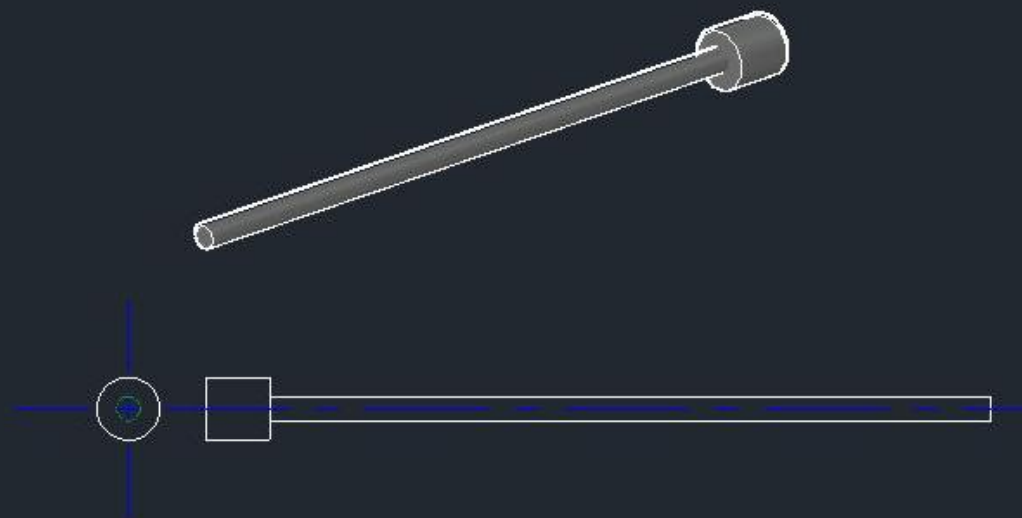
Esc. 1:2

EMPACADORA AUTOMÁTICA DE LÍQUIDOS



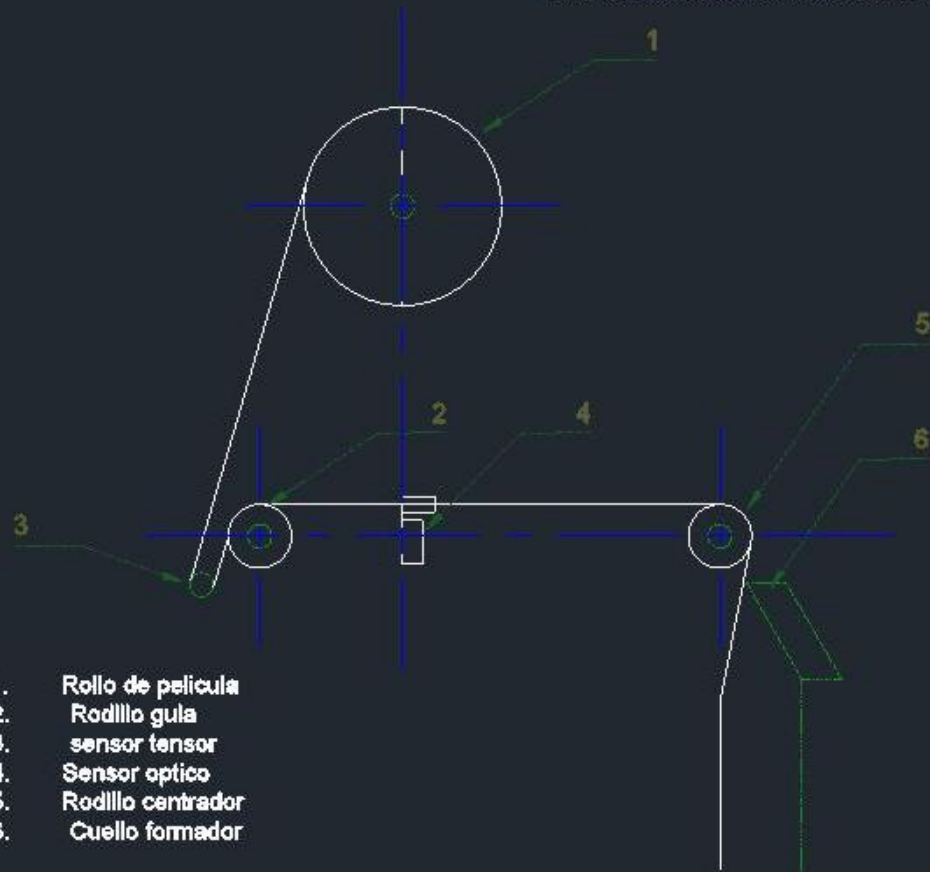
		Rodillos tensores			UNI
					Esc. 1:2

EMPACADORA AUTOMÁTICA DE LÍQUIDOS



		Rodos de arraste de película			UNI
					Esc. 1:1

EMPACADORA AUTOMÁTICA DE LÍQUIDOS



1. Rollo de película
2. Rodillo guía
3. sensor tensor
4. Sensor optico
5. Rodillo centrador
6. Cuello formador

Mecanismo de halado de la película plástica				UNI
				Esc. 1:1

ANEXOS



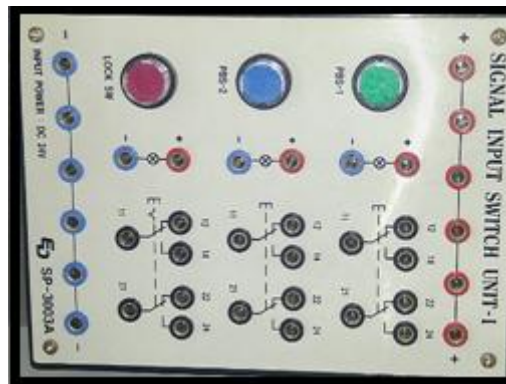
Fuente de alimentación 24 V



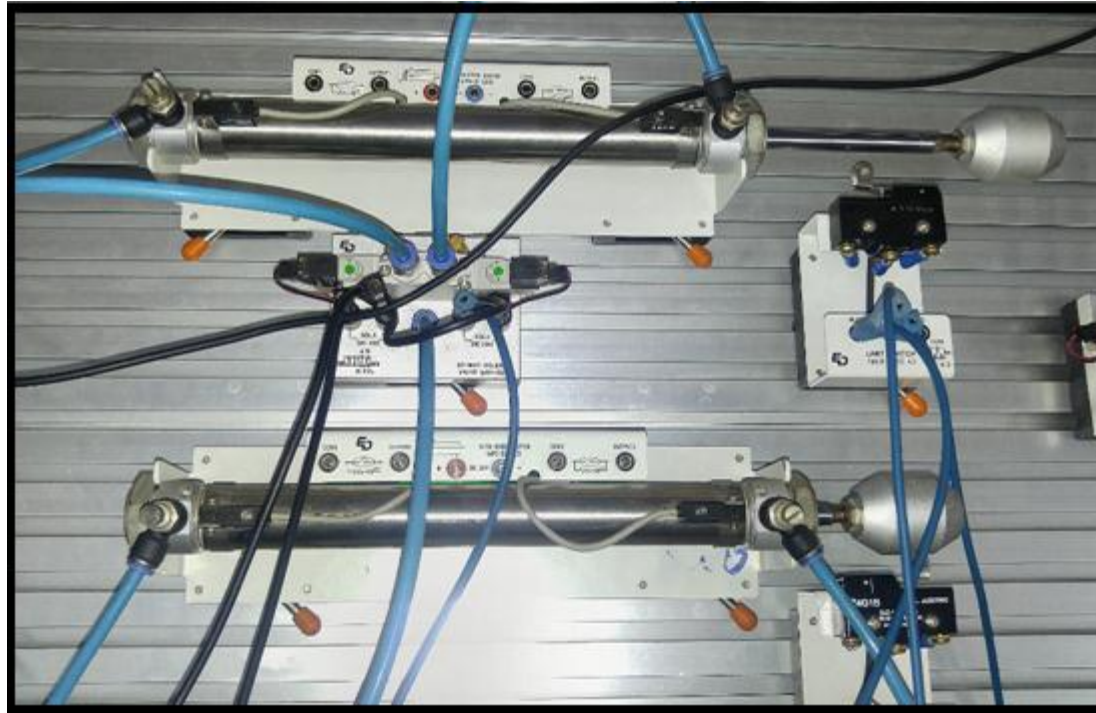
Electro válvulas 5/2



Finales de carrera eléctricos



Relé



Cilindros doble efecto



Unidad de Mantenimiento

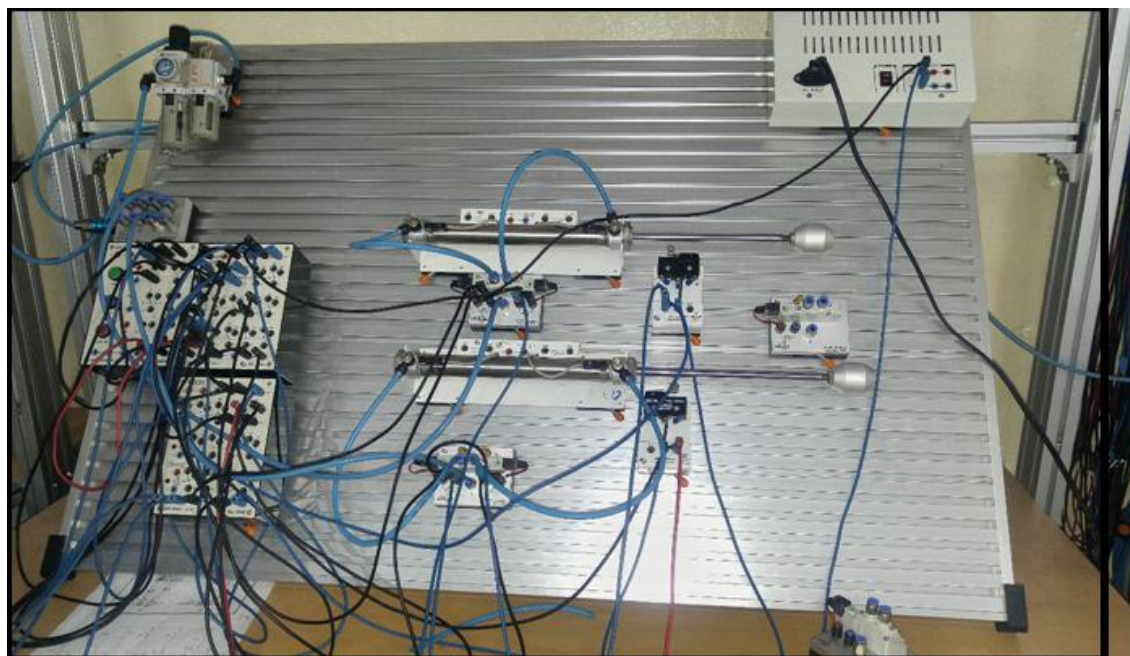


DIAGRAMA NEUMATICO

CONCLUSIONES

Con este proyecto se pudo entender y dar a conocer en que consiste una Empacadora de líquidos alimenticios, proporcionando una solución eficiente y eficaz a los problemas que presentan las industrias.

La pequeña y mediana industria del país, aunque busca la automatización de algunos de sus procesos ve lejana la implementación de control por computadora que a su vez le ayude en sus procesos de organización interna de producción y manejo de la materia prima.

El uso de la electrónica se hace necesaria dada la economía que ella nos brinda en las etapas de control. El conocimiento en los aspectos de neumática e hidráulica es básico para el diseño de sistemas industriales. Y de igual forma la interacción entre esta electrónica de control y el manejo de sistemas automáticos es el beneficio claro que pudo ser evidenciado en el desarrollo de este proyecto.

La investigación realizada y el trabajo hecho han permitido evidenciar la alta gama de productos, tecnologías y profesionales expertos que se reúnen en torno al tema de la automatización industrial referente al empaclado, dosificado, control de calidad, accesorios, materiales, consultorías y todo el entorno en el que se desenvuelve este amplio desarrollo. La exigencia es cada vez más alta y aunque se han desarrollado ciertos estándares en cuanto a sistemas de producción la competencia es cada vez más alta. Hoy en día se han evidenciado como todos los productos de consumo masivo son empacados y así mismo podemos ver como toda esta producción y desarrollo gira en torno a la productividad que cada vez exige estándares de calidad más altos.

BIBLIOGRAFIA

AVALLONE, Eugene A. (1995). Manual del ingeniero mecánico. Mc Graw Hill.

BEER Ferdinand P, JOHNSTON E Russel, (1993) Mecánica de materiales.

Mc Graw Hill. Bogotá. (Colombia)

BEER Ferdinand P, JOHNSTON E Russel, (1998) Mecánica vectorial para ingenieros Estática. Mc Graw Hill. España.

BOYLESTAD, Robert. (1998). Análisis introductorio de Circuitos. Ed. Prentice Hall. México.

DEMPSEY, John A. (1984). Electrónica digital básica: con aplicaciones de circuitos MSI. Fondo educativo interamericano.

GERHARTZ, J. (1995). Neumática en bucle cerrado: nivel básico, libro de Trabajo TP 111. Fest didactic.

HIBBELER Russel Charles, (1995) Mecánica de materiales. Prentice Hall. México.

MALVINO, Albert Paul. (1994). Principios de electrónica. Ed. McGraw-Hill

PRATT Terrence W. (1997). Lenguajes de programación. Ed. Prentice Hall.

México.

SCHILDT, Herbert. (1994). Guía Autodidáctica. Serie de informática. Ed.

McGraw-Hill. México

SHIGLEY, Joseph Eduard, (1990). Diseño en ingeniería mecánica. Mc Graw Hill.